

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YOROZ BURNU – OF (TRABZON) ARASI
DENİZ SEDİMANLARI JEOKİMYASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeol. Müh. Tülay BAK

SUBAT 2007
TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YOROZ BURNU - OF (TRABZON) ARASI
DENİZ SEDİMANLARI JEOKİMYASI**

Jeol. Müh. Tülay BAK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05.01.2007
Tezin Savunma Tarihi : 02.02.2007**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Cüneyt ŞEN
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Cemil YILMAZ
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Muzaffer FEYZİOĞLU
Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Emin Zeki BAŞKENT**

Trabzon 2007

ÖNSÖZ

Karadeniz'in gelişimini, Karadeniz'i çevreleyen jeolojik birlikleri, Karadeniz'in oşinografik özelliklerini derleyen ve YoroZ Burnu-Of (Trabzon) arası Karadeniz tabanı jeolojisi ve ağır metal kirliliğinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmaları sırasında her türlü destek ve önerilerinden yararlandığım danışmanım sayın hocam Doç.Dr. Cüneyt ŞEN'e, her zaman bilgilerinden yararlandığım sayın hocam Prof.Dr. Cemil YILMAZ'a teşekkür ederim.

Rektörlük Enformasyon Müdürlüğü Birimi'nde beraber çalıştığım arkadaşlarım, Ahmet Salih BEKTAŞ ve Halit BAKIR'a yardımları ve sabırları için, Kütüphane ve Dokümantasyon Müdürlüğü'nde görevli Uzm. Hayati ÖZŞAHİN'e her türlü yardımı için teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olan babam İbrahim KARA, annem Nuray KARA, kardeşim Tuncay KARA'ya ve özellikle eşim Erkan Anıl BAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tülay BAK
Trabzon, 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Amaç, İnceleme Alanının Konumu	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
1.4. Karadeniz'in Jeolojik ve Oşinografik Özellikleri	4
1.4.1. Geometrik Özellikler	4
1.4.2. Batimetrik Özellikler	5
1.4.3. Su Dengesi	6
1.4.4. Tuzluluk	7
1.4.5. Akıntılar	8
1.4.6. Oksijen	9
1.4.7. Hidrokimyasal Özellikler	10
1.4.8. Besleyici elementler	10
1.4.9. Çökel Türleri/Girdileri	11
1.4.10. Canlı Hayatı	12
1.5. Bölgesel Jeoloji	12
1.5.1. Karadeniz'in Oluşum Modelleri	12
1.5.2. Karadeniz Çevresinin Jeolojisi ve Tektonik Birlikleri	13
1.5.3. Pontid-Doğu Pontid Jeolojisi	15
1.6. Ağır Metaller ve Etkileri	19
1.7. Trabzon'daki Maden Rezervleri	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	21
2.1. Giriş	21
2.2. Örnek Alım Yöntemleri ve Örneklerin Analize Hazırlanması	21

3.	BULGULAR	30
3.1.	Cd (Kadmiyum)	30
3.2.	Co (Kobalt)	30
3.3.	Pb (Kurşun)	31
3.4.	Cu (Bakır)	32
3.5.	Ni (Nikel)	32
3.6.	Zn (Çinko)	33
3.7.	Cr (Krom)	33
3.8.	Hg (Civa)	34
3.9.	Mn (Mangan)	34
3.10.	Fe (Demir)	35
3.11.	V (Vanadyum)	35
3.12.	P (Fosfor)	36
3.13.	Ag (Gümüş)	36
4.	SONUÇLAR	37
5.	KAYNAKLAR	39
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Karadeniz, Asya ile Avrupa kıtaları arasında yarı kapalı bir iç denizdir. Su havzası alanı yaklaşık 2 milyon km² olup beslenme alanı Avrupa ve Anadolu'ya yayılmış 22 ülkeyi tümü veya bir bölümü ile kapsamı içine alır.

Bu çalışmada, Yoro Burnu-Of (Trabzon) arasında kalan sahanın kuzeyinde, Karadeniz sahil kesiminde, deniz tabanı sedimanlarının ağır metal (kadmiyum, kobalt, kurşun, bakır, nikel, civa, kadmiyum vd.) kirliliğinin tespiti amaçlanmaktadır. Bu çalışma programında, Yoro Burnu-Of (Trabzon) arasında kıyı şeridinde 68 değişik noktadan orange peel bucket örnekleycisi ile yüzey sediman örnekleri alınmıştır.

Analizi yapılan elementleri inceleme alanındaki ortalama değerleri şöyledir: Cd 0,15 ppm; Co 20,04 ppm; Pb 25,86 ppm; Cu 59,46 ppm; Ni 36,59 ppm, Zn 91,57 ppm; Mn 703,81 ppm; Fe 3,84%; V 92,36 ppm; P 0,07 %; Hg 34,36 ppb; Ag 131,89 ppb; Cr 38,25 ppm.

Analizlerden elde edilen sonuçlara göre incelenen sedimanlarda, analizi yapılan elementler, Çamburnu, Of, Fatih Eğitim deşarj noktası, Beşirli, Değirmendere ağzı, Karadere ağzı gibi istasyonlar dışında, belirtilen eşik seviyelerin altındadır. 64/ Yeniay numaralı istasyonda ise Cd, Zn, Pb, Cu, Ag, ve Fe konsantrasyonları eşik seviyesinin çok üzerindedir. Bunun sebebi, bölgenin, Karadeniz Bakır İşletmelerinin atıklarının 1980-1990 yılları arasında denize desarj edildiği yer olmasıdır.

Anahtar Kelimeler : Ağır metal kirliliği, Deniz sediman

SUMMARY

Geochemistry of the Sea Bottom Sediments in the North of the Cape Yoroz to Of (Trabzon) Town

Black Sea, that is located between Europe and Asia, is a semi-close island sea. Feeding basin of the Black Sea is approximately 2 million km² including 22 countries in Europe and Asia.

The aim of the this study is to estimate heavy metal (Cd, Co, Pb, Cu, Ni, Hg, P, ...) pollution in the North of the Cape Yoroz to Of town.

In the research program, 68 locations of the sea bottom sediments here sampled, using orange peel bucket.

The average values of the studies heavy metals are: Cd 0,15 ppm; Co 20,04 ppm; Pb 25,86 ppm; Cu 59,46 ppm; Ni 36,59 ppm, Zn 91,57 ppm; Mn 703,81 ppm; Fe 3,84%; V 92,36 ppm; P 0,07 %; Hg 34,36 ppb; Ag 131,89 ppb; Cr 38,25 ppm.

Results show that without a few location heavy metal concentrations are not reach the critical level of contaminations in the location number 64 (the north of the Yeniay region), Cd, Zn, Pb, Cu, Ag, and Fe concentrations are found above the critical level. When this location correlated with land geology, it is corresponded that the location 64 is discharge area of the Kutlular are deposits that is operated by Karadeniz Copper Company between 1980's to 1990's.

Key Words: Heavy metal pollution, Marine sediment

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İnceleme alanının yerleşim merkezleri	2
Şekil 2. Karadeniz'in coğrafik konumu	4
Şekil 3. Karadeniz'in batimetri haritası	5
Şekil 4. Karadeniz'in beslenme alanları	6
Şekil 5. Karadeniz'in güney yarısına ait yüzey tabakası tuzluluk dağılımı	8
Şekil 6. Karadeniz'in yüzey tabakasındaki genel dolaşım ve döngü sistemleri ..	9
Şekil 7. Karadeniz'i çevreleyen alanları oluşturan tektonik birlikler	14
Şekil 8. İnceleme sahasının Doğu Pontidlerin jeotektonik birlikleri üzerindeki yeri	17
Şekil 9. Doğu Karadeniz kıyı kesiminin jeolojik haritası	18
Şekil 10. Dip sedimanlarının örneklenmesi ve yüzey tabakanın görünümü	22
Şekil 11. İnceleme alanına ait harita	23
Şekil 12. Sediman örneklerinde Cd konsantrasyonları ve eşik seviye	30
Şekil 13. Sediman örneklerinde Co konsantrasyonları ve eşik seviye	31
Şekil 14. Sediman örneklerinde Pb konsantrasyonları ve eşik seviye	31
Şekil 15. Sediman örneklerinde Cu konsantrasyonları ve eşik seviye	32
Şekil 16. Sediman örneklerinde Ni konsantrasyonları ve eşik seviye	32
Şekil 17. Sediman örneklerinde Zn konsantrasyonları ve eşik seviye	33
Şekil 18. Sediman örneklerinde Cr konsantrasyonları ve eşik seviye	33
Şekil 19. Sediman örneklerinde Hg konsantrasyonları ve eşik seviye	34
Şekil 20. Sediman örneklerinde Mn konsantrasyonları ve eşik seviye	34
Şekil 21. Sediman örneklerinde Fe konsantrasyonları ve eşik seviye	35
Şekil 22. Sediman örneklerinde V konsantrasyonları ve eşik seviye	35
Şekil 23. Sediman örneklerinde P konsantrasyonları ve eşik seviye	36
Şekil 24. Sediman örneklerinde Ag konsantrasyonları ve eşik seviye	36

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Maden rezervleri	20
Tablo 2. Örnek Alım Yerleri (Koordinatlar- Nolar) ve Özellikleri	24
Tablo 3. Örneklerin element konsantrasyonları ve En alt analiz edilebilirlik limitleri	28

GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Ülkemizin en önemli denizlerinden biri olan Karadeniz Türk bilim çevresince yeterince incelenmemiştir. Özellikle kıyı boyunca yerleşimin yoğunluğu ve deniz kullanımının çeşitliliği Karadeniz kıyısı boyunca yapılacak bilimsel araştırmaların önemini daha da artırmaktadır.

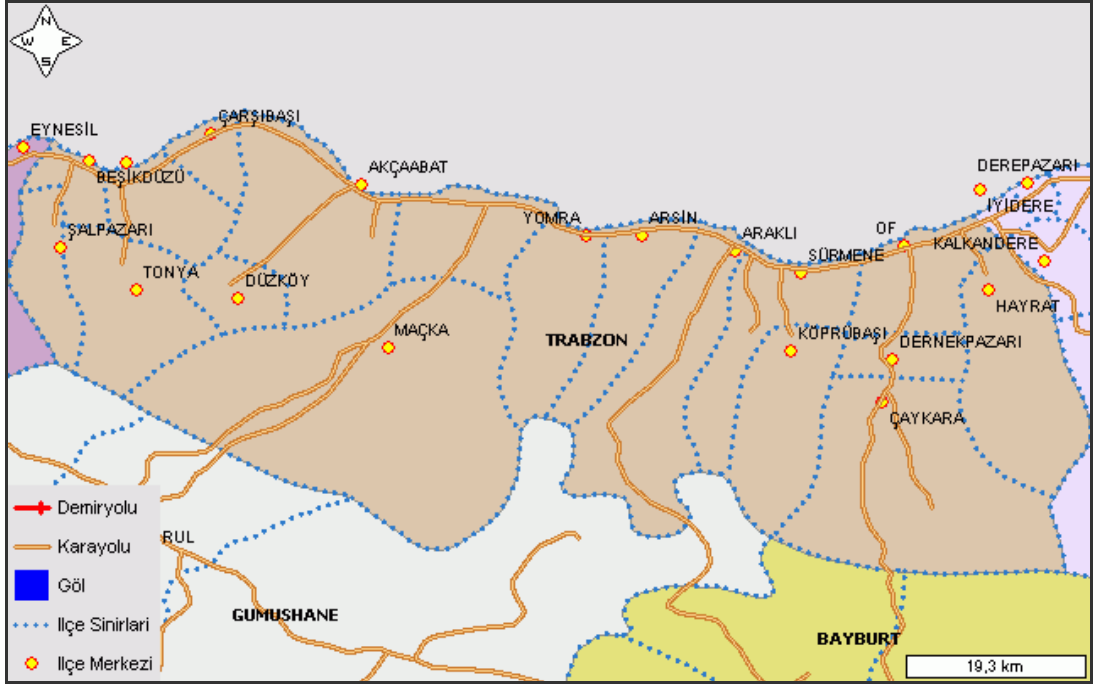
Çevre kirliliği problemlerinin önemli üç ana boyutu hava, su ve toprak olarak bilinmektedir. Ancak günümüzde dünyada ve Türkiye’de de yeni yeni önem kazanan bir çevre boyutu da sediman tabakasıdır. Sedimanlardaki organik ve inorganik bileşikler ya dış kaynaklardan gelmekte ya da göl veya nehir ortamı içerisinde oluşmaktadır. Sediman içinde bulunan besin elementleri, ağır metaller ve metal bileşikleri gibi organik ve inorganik maddeler, aşırı miktarlarda buldukları zaman potansiyel kirleticiler olarak göz önünde tutulmalıdırlar.

Diğer denizlerde olduğu gibi Karadeniz’de de evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar kirliliğin başlıca kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu atıkların içerdiği ağır metaller de çeşitli yollardan, özellikle nehirler ve dereler yoluyla Karadeniz’e ulaşmakta ve burada yaşayan canlılar tarafından değişik miktarlarda alınmaktadır.

1.2. Amaç, İnceleme Alanının Konumu

Çalışmanın amacını; Yoro Burnu-Of (Trabzon) arasında kalan sahanın kuzeyinde, Karadeniz sahilinden itibaren en fazla 20 km açığa kadar olan kısmı deniz tabanına ait tortuda ağır metal (örn. bakır, kurşun, çinko, arsenik, kadmiyum vd.) kirliliğinin tespiti oluşturmaktadır.

Çalışma yapılan alan Doğu Karadeniz Bölgesi’nde, Trabzon İli’nde, Yoro Burnu-Of arasında kalan sahanın kuzeyinde, Karadeniz sahilidir (Şekil1.).



Şekil 1. İnceleme alanının yerleşim merkezleri
(<http://www.hgk.mil.tr/hgk/uygulamalar/haritauygulama>'dan alınmıştır)

1.3. Önceki Çalışmalar

Yücesoy ve Ergin (1992) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, sedimanlar kayaların ortalama bileşimi ile Karadeniz sedimani karşılaştırıldığında, genel olarak Fe, Co, ve Mn konsantrasyonlarının benzer olduğu görülür. Bununla birlikte Cr, Ni, Cu, Zn ve Pb değerleri Güney Karadeniz sedimanlarında, sedimanter kayalardakinden ortalama olarak daha fazla bulunmuştur. Çalışma alanının doğu bölümünde Cr, Ni, Cu, ve daha düşük oranlarda Fe ve Mn diğer bölümlere oranla daha bol gözükmektedir.

Topcuoğlu ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre, 1995'te Sinop ve Kilyos sedimanlarında yapılan analizlerde Ce, La, Se, Cs, Co, ve Sb konsantrasyonlarında belirgin bir farklılık bulunamamıştır. Diğer taraftan As Kilyos sedimanlarında yüksek, Cr ve Zn daha düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur.

Akyüz ve arkadaşları (1995) tarafından Karadeniz dip sedimanlarında 40 farklı istasyondan toplam 100 adet sediman kor örnekleme gerçekleştirilmiştir. Sediman kesitinin farklı derinliklerine göre analizlerin yapıldığı bu çalışmada (Br+I) ile U_3O_8 ve (Br+I) veya Mo ve organik karbon arasında doğrusal korelasyonlar bulunmuştur.

Güven ve arkadaşları (1997) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Sinop ve Güney batı Karadeniz sahilinde yer alan toplam 4 istasyonda alınan yüzey sedimani örnekleri incelenmiştir. Sb'un Şile'de, As'in Riva'da, Cr,Fe ve Zn'nun Sinop'ta yüksek olduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Karadeniz'in Türkiye kıyılarında metal kirliliğinin arttığı bildirilmiştir.

Bakan ve arkadaşları (1998) tarafından Samsun-Mert Irmağı'nda gerçekleştirilen çalışmada, ırmağın genellikle kirliliği taşıyan su özellikleri taşımakta olduğu, sediman tabakasında da özellikle yüksek organik madde içeriğinin olduğu tespit edilmiştir.

Algan ve arkadaşları (1999) tarafından İstanbul etrafındaki, Marmara ve Karadeniz kıyı sularında yapılan çalışmada, 6'sı Karadeniz'in İstanbul Boğazı' giriş önlerindeki kıyı sularında olmak üzere, toplam 28 yüzey sediman örneği alınmış, örnekleme 10 ay aralıklarla iki kez yapılmıştır. Analizler sonucunda Cu, Pb ve Zn miktarlarında zamana bağlı bir azalma görülmezken, Fe ve Mn'in arttığı, Hg ve Ni'in azaldığı belirlenmiştir. İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi girişinde metal değerleri daha yüksek bulunmuş, bu durum kara kaynaklı kirletici girdisi ile ilişkilendirilmiştir.

Yaşar ve arkadaşları (1999) tarafından İzmit Körfezi'nde gerçekleştirilen çalışmada Ag, As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mo gibi ağır metal yoğunluklarında önemli bir artış olduğu saptanmıştır.

Topcuoğlu ve arkadaşları (2002) tarafından Güney Karadeniz sahilindeki 6 istasyonda yapılan çalışmada makro alg, balık ve yüzey sedimani analiz sonuçlarına göre Karadeniz'in Türkiye kıyılarının ağır metal kirliliği ile yüz yüze olduğu belirtilmektedir.

Topcuoğlu ve arkadaşları (2004) tarafından Ünye'de gerçekleştirilen bir çalışmada, yüzey sedimanında Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Fe, ve Mn konsantrasyonları, Pazar (Rize) yöresi yüzey sedimanında elde edilen sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

Özşeker'in (2006) Güneydoğu Karadeniz (Trabzon) kıta sahanlığı oksik tabaka hidrografik özellikleri, sedimanlarının dane boyutu dağılımı ve ağır metal içeriklerinin araştırılması konulu çalışmasının sonucunda; Akçaabat-Of arasında kalan sahadaki güncel dip sedimanlarının element kompozisyonunun farklılık gösterdiği, Sürmene ve doğusundaki sahadan alınan örneklerin daha yoğun metal elementi barındırdığı ortaya çıkmıştır. Elek analizlerinde ise Akçaabat ve Karadere istasyonları sedimanları haricinde, diğer istasyonların sedimanları üniform ve iyi derecelenmemiş sedimanlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Su sütununun fiziksel özellikleri bölge genelinde aynı karakterde

olduğundan dolayı sediman dağılımı ve kompozisyonu üzerinde bölgeler arası farklılık doğurmadığı sonucuna varılmıştır.

1.4. Karadeniz'in Jeolojik ve Oşinografik Özellikleri

1.4.1. Geometrik Özellikler

Karadeniz, Asya ile Avrupa kıtaları arasında $40^{\circ} 55'$ ve $46^{\circ} 32'$ kuzey enlemleriyle, $27^{\circ} 27'$ ve $41^{\circ} 42'$ doğu boylamları arasında yer alır. Yarı kapalı bir iç deniz olup İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizi'ne, Kerch Boğazı ile de Azak Denizi'ne bağlanmaktadır (Şekil 2.).



Şekil 2. Karadeniz'in coğrafik konumu

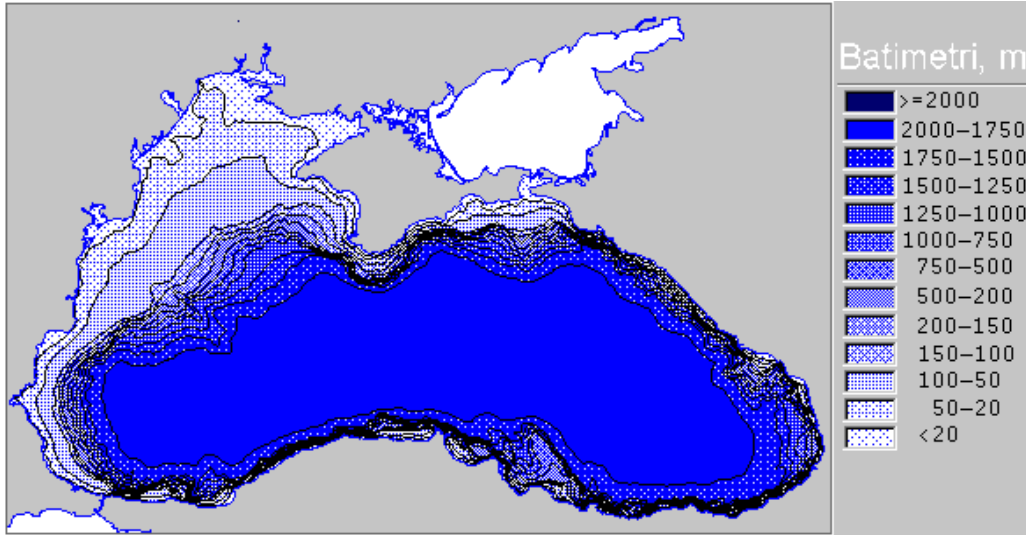
Karadeniz su havzası alanı 2 milyon km^2 dolaylarında olup Avrupa ve Asya'ya yayılmış 22 ülkeyi tümü veya bir bölümü ile kapsamı içine alır. Yüzey alanı 423.000 km^2 olup hacmi 537.000 m^3 olarak hesaplanmaktadır. Doğu-batı yönünde uzunluğu 1149 km, kuzey-güney yönünde maksimum genişliği 611 km, kıyı şeridi uzunluğu ise yaklaşık 4.340 km olup Türkiye'nin Karadeniz'deki kıyı şeridi 1.400 km'dir (Ross, 1977). En derin noktası 2.212 m'dir, derinliği 200m'yi geçmeyen bölgeler toplam alanın %27'sini

oluşturur ve daha çok kuzeybatı Karadeniz’de bulunur. Karadeniz Havzası’nın %70’e varan iç kesimi derinliği 2000 m’yi aşan, nispeten düz bir taban topoğrafyasından oluşmakta ve çok dik bir topoğrafik eğim ile havzanın etrafını çevreleyen kıta sahanlığına bağlanmaktadır.

Denizin güney kıyıları dağlık yapıda olup Pontid Dağlarının Mezo-Senozoyik faylarının uzantısı denize iyice yaklaşmakta, yükseltiler ise Batum’un güney ve güneydoğusunda en yüksek değerlerine erişmektedir. Dağlık yapı batıya gidildikçe yüksekliklerini yitirmekte, İstanbul Boğazı’nın hemen önceki bölümünde 450 m’nin altına inmektedir. Güneydeki kıyılar boylu boyunca sarp ve dik yamaçlı, bazı noktalarda denize yaklaşım teras biçiminde, bazı yerlerde ise alçak, kumul alanlarla dik uçurum-yamaçlar hemen deniz kıyısında yer almaktadır.

1.4.2. Batimetrik Özellikler

Karadeniz’de iki ayrı tipte kıyının varlığı dikkat çeker. Doğu ve güneyde şelf gelişmemiştir ve kıyılar çok kısa bir yatay mesafede aniden derinleşirler. Karadeniz’in kuzey ve batı kısmında ise geniş bir şelf mevcuttur ve bunun önünde bir kıta şevini takiben abisal düzliğe geçilir (Erinç, 1984) (Şekil 3.).



Şekil 3. Karadeniz’in batimetri haritası

(http://www.grid.unep.ch/bsein/images/bs_bathy.gif’den alınmıştır)

Karadeniz'in jeolojik ve jeofizik bakımından olduğu kadar morfolojik olarak da minyatür bir okyanus niteliğindedir. Burada da şelf, kıta yamacı ve abisal düzlük olmak üzere birbirinden çok belirgin bir şekilde ayrılmış üç ana morfolojik ünite dikkat çeker. Ancak büyük okyanuslardan farklı olarak Karadeniz'de abisal düzlük çok derin değildir (Erinç, 1984). Karadeniz şelfi genellikle 100 m eşderinlik münhanisi ile sınırlanır. Genişliği Kırım yarımadası batısında 190 km ile Türkiye ve bazı Rusya kıyılarında 20 km arasında değişir. Tuna açıklarındaki geniş şelf Tuna, Dinyestr, Bug ve Dinyepr gibi nehirlerin taşıdıkları malzemenin burada çökmesi sonucu gelişmiştir. Kıta yamacı dik ya da çoğu Anadolu ve Kafkas sınırlarında olduğu gibi denizaltı kanyonları tarafından biçilmiş haldedir. Romanya ve Bulgaristan kesiminde ise kıta yamacı nispeten düzdür.

1.4.3. Su Dengesi

Karadeniz'e nehirler yoluyla yıllık tatlı su girişi 350 km^3 'tür. Bunun en önemli kısmını Tuna Nehri oluşturmaktadır. Tuna'dan boşalan suyun hacmi 203 km^3 'tür. Ayrıca Dinyester ve Bug nehirlerinden $54,7 \text{ km}^3$ 'lük bir su boşalımı olur. Türkiye kıyılarından Karadeniz'e en fazla su boşalımı; Sakarya, Kızılırmak ve Yeşilırmak'tan olup, her biri yaklaşık olarak yıllık 6 km^3 'lük hacme sahiptir.



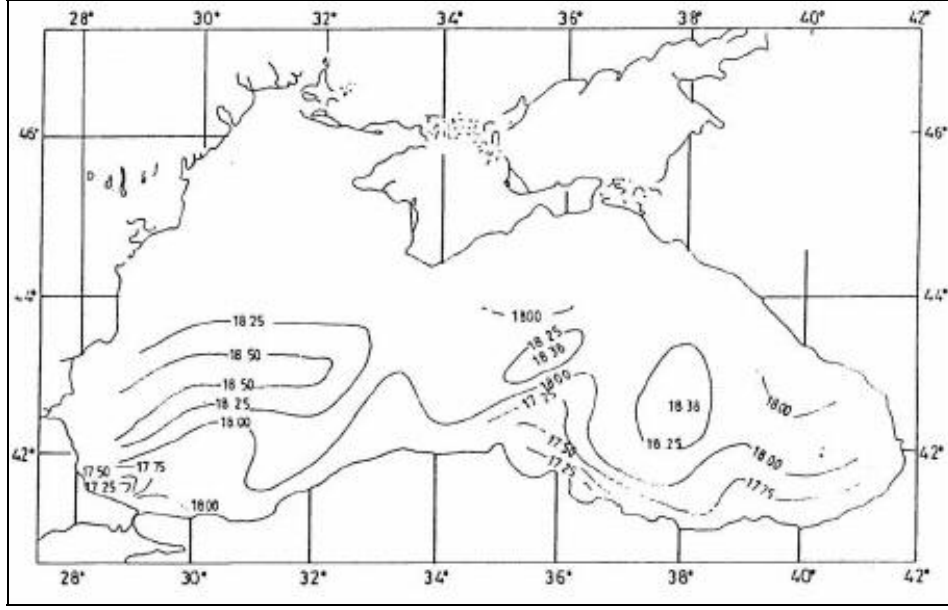
Şekil 4. Karadeniz'in beslenme alanları
(<http://crimeantexts.org.uk/backgrnd/map2.html>'den alınmıştır)

Karadeniz bol yağış alan bir havzadır. Yıllık yağış miktarı 300 km^3 kadardır. Yağış miktarı batıdan doğuya doğru artış gösterir.

Karadeniz'e nehirler ve yağışlar ile olan tatlı su girdisi buharlaşma nedeniyle olan su kaybından daha fazladır. Su bütçesindeki $300 \text{ km}^3/\text{yıl}$ civarındaki fazlalık İstanbul Boğazı yoluyla Karadeniz'den Marmara yönünde gerçekleşen net su çıktısı ile dengelenmektedir. Boğaz yolu ile yaklaşık $600 \text{ km}^3/\text{yıl}$ debisinde bir su kütlesi Karadeniz'den Ege Denizi'ne doğru yüzey suları ile taşınmaktadır. Bu su kütlelerinin altında, daha yoğun Akdeniz kaynaklı $300 \text{ km}^3/\text{yıl}$ debisindeki bir su kütlesi ise Karadeniz'e girmektedir. Bu tür bir artı su bütçesi son 5000-10000 yılda Karadeniz'in boğazlar yoluyla Akdeniz'e bağlanması ve Akdeniz kaynaklı suları almaya başlamasıyla ortaya çıkmıştır (Ünlüata vd., 1990).

1.4.4. Tuzluluk

Boğazların açılması ve Akdeniz kaynaklı tuzlu suların Karadeniz'e doğru akması sonucu daha önceleri tüm derinliklerde tatlı su özelliği gösteren Karadeniz'de giderek bir tuzluluk katmanlaşması oluşmaya başlamıştır. Günümüzde ise su kolonunun yaklaşık olarak 100-150 m derinliklerde birbirinden çok keskin bir yoğunluk arayüzeyi ile ayrılan iki ayrı su külesinden oluştuğu söylenebilir. (Oğuz vd., 1992, 1993, 1994; Özsoy vd., 1993; Özsoy ve Ünlüata, 1997). Yüzey tabakasının ilk 30-40 metrelik bölümü, tipik olarak binde 18 tuzluluğa ve mevsimlere göre 5 ile $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişen sıcaklığa sahiptir. Tuzluluk 75 m'de yaklaşık binde $19,5 \pm 0,3$, 100 m'de binde $20 \pm 0,5$, 200 m'de binde 21,4, 1000 m'de ise binde 22,0 kadardır. Yüzey tabakasının en çarpıcı özelliği ise $8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den daha soğuk ve "Karadeniz Ara Tabaka Suyu (KATS)" olarak tanımlanan bir su külesinin varlığıdır. Bu ara tabaka suyu, kış mevsiminde ana kara üzerinden gelen soğuk hava kütlelerinin bölgeyi etkilemesi sonucu yüzey sularının $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar soğuyarak yoğunluğunu $14,6-14,8 \text{ kg/m}^3$ mertebesine kadar artırmasıyla ortaya çıkmaktadır. Böylece, yoğun yüzey suları kendi yoğunluk seviyelerine ulaşıncaya kadar batmakta ve buradaki su külesini karıştırarak homojen bir yapıya dönüştürmektedir.

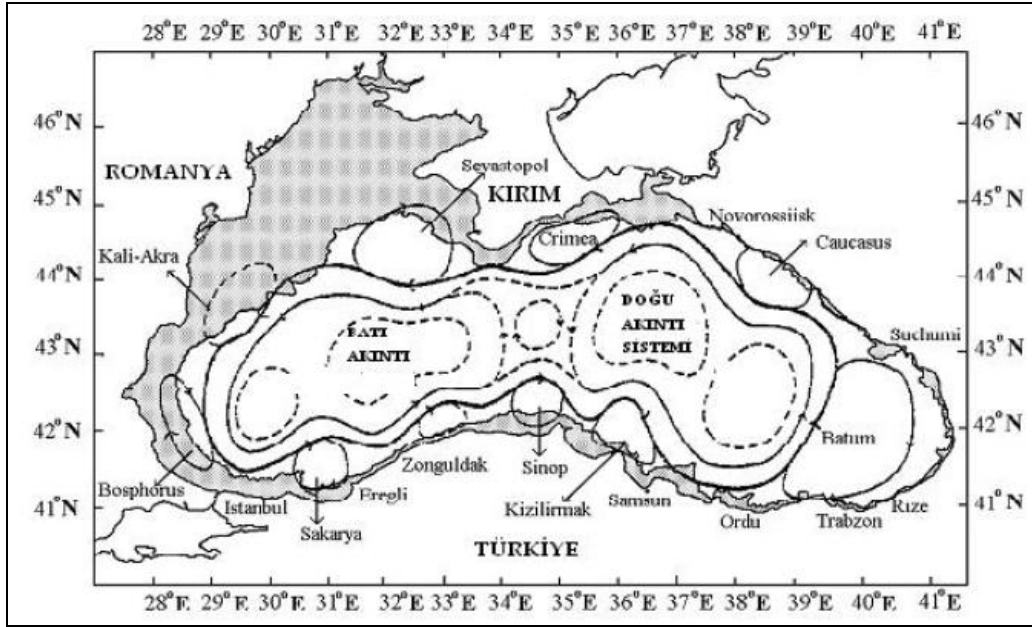


Şekil 5. Karadeniz'in güney yarısına ait yüzey tabakası tuzluluk dağılımı (Erüz C., 1992'den alınmıştır.)

1.4.5. Akıntılar

Karadeniz'de birbirinden keskin bir yoğunluk ara yüzeyi ile ayrılan iki tabakalı su kütle yapılarına uygun olarak iki tabakalı bir dolaşım sistemi bulunmaktadır (Oğuz vd., 1992, 1993, 1994, 1998; Özsoy ve Ünlüata, 1997; Sur vd., 1994, 1996). Yaklaşık derinliği 100-150 m olan yüzey tabakası içinde belirlenen Karadeniz Kıyusal Akıntı Sistemi (KAS), kıyusal bölgeyi kıvrımlar ve menderesler oluşturarak, siklonik dolaşmakta olup daha az tuzlu ve genellikle küçük antisiklonik döngülerden oluşan dar kıyı kuşağını, iç bölgeyi kaplayan büyük siklonik hücrelerden ayırmaktadır.

KAS içindeki akıntıların şiddeti mevsimsel olarak değişmektedir. 100-150 m'lik yüzey tabakası içinde ilkbaharda 50 cm/sn'den fazla ve zaman zaman 100 cm/sn'ye ulaşan akıntılar ölçülmüştür. Sonbahar aylarında ise yaklaşık 30 cm/sn şiddetindeki akıntıların varlığı bilinmektedir. 200 m'nin altındaki derinliklerde akıntı hızı 10 cm/sn'ye, 500-1000 m derinliklerde ise $\pm 2,5$ cm/sn'ye düşmektedir. Aşağı katmanda dolaşım sisteminin yapısı hakkında deyalı bilgi mevcut değildir.



Şekil 6. Karadeniz'in yüzey tabakasındaki genel dolaşım ve döngü sistemleri (Oğuz vd., 1993)

1.4.6. Oksijen

Çözünmüş oksijen, biyolojik faaliyetlerin devam ettiği yer olan oksijenli tabakada bulunur. Denizin merkezi yerlerinde 250 m derinliğe kadar olan kısımlarda oksijene rastlanır. Karadeniz havzasında derinlik arttıkça oksijen azalmakta, buna karşılık hidrojen sülfür (H_2S) gazı miktarı artarak, litrede 7 cm^3 'e kadar çıkmaktadır. O_2 ve H_2S dağılımının sınırı yıllar ve mevsimlere göre değişir. Ancak 100-150 m'nin altındaki O_2 kalitesi hızla düşer ve bunun altında tamamen kaybolur. (Balkaş, 1990).

Karadeniz'de mevcut akıntıların fiziksel özellikleri dikey sirkülasyon üzerinde önemli rol oynamaktadır. Kıyıya yaklaştıkça, akıntı hızları artmakta ve buna bağlı olarak kıyılarda, açık denize göre daha derinlere ulaşan sirkülasyonlar oluşmaktadır. İç akıntılardan başka Akdeniz kökenli olup boğazdan alt akıntı olarak Karadeniz'e geçen sular da mevcuttur. Bu alt akıntılarının debileri oldukça düşük olduğundan, Karadeniz'in dip sularına oksijen sağlama hızı, ölü organik materyal tarafından oksijenin tüketilme hızını dengelemeye yetmemektedir. Bu ise haloklin tabaka altında kalan su kütlelerinin tamamen oksijensiz kalması sonucunu doğurmaktadır. Karadeniz'in haloklin tabakasının altında kalan su kütlesi, diğer tabakalarla etkileşim sonucu, ortama karışan az miktardaki sularla, yenilenmeyecek kadar

büyükür. Bu nedenle Karadeniz'in 200 m'den daha derin suları daima anoksik (oksijensiz) kalmıştır

1.4.7. Hidrokimyasal Özellikler

Karadeniz'in dip sularındaki anaerobik bakteriler, sülfatları hidrojen sülfüre indirger ve bikarbonat üretirler. Sülfatın (SO_4^{2-}) oranı okyanustan daha az, buna nazaran bikarbonat (HCO_3^-) içeriği daima daha yüksektir. Klorun oranı, nehir sularının önemli oranda girmesi karbonat içeriğinin zengin olması ve dip sularının karışmasından dolayı okyanuslardan daha azdır.

Karadeniz'in dip sularının diğer bir özelliği yüksek miktarda HS^- içermesidir. Bakteri faaliyeti sonucu, sülfatların indirgenerek HS^- , HCO_3^- , CO_2 ve H_2S 'in oluşması durumunda derin sularda bu miktar hemen hemen 0.01 g/kg civarındadır.

Karadeniz'in derin sularındaki H_2S hemen hemen tamamen sülfatlardan meydana gelir. Sülfür içeriği 150 m derinlikte 0.09 ve 0.41 mg/L olarak tespit edilmiştir. Hidrojen sülfür konsantrasyonu, su sütununda yeknesak bir şekilde anoksik tabakadan itibaren yükselmektedir. 2000 m'de Karadeniz'in dibinde ölçülen en yüksek değer yaklaşık 7 mg/L'dir (Balkaş, 1990).

Karadeniz'deki redoks potansiyeli, oksijen bölgesinin altında hızla azalır. Oksidasyonun azalması, mikrobiyal aktivite tarafından anoksik olmaktadır. Fe ve Mn konsantrasyonları, oksidasyon çevresinde maksimuma ulaşmaktadır. Bu elementlerin çözünmüş formları oksijenli bölgeye çekilmektedir. Çünkü dđer yığılmalarda sülfatlar ve karbonatlar gibi toplam Fe ve Mn konsantrasyonları anoksik bölgede yüksektir. Aynı şekilde anoksik bölgede Zn'da yüksek değerde bulunmaktadır. Oksijenli ve oksijensiz zonda, bakır, demir, civa ve manganez sırasıyla, 1-7, 0.3, 1-10 ve 4'den daha az ve sırasıyla 0.3-1.8, 0.3-0.8, 5.45, 250-450 $\mu g/l$ değerindedir (İzdar vd., 1989).

1.4.8. Besleyici Elementler

Karasal kaynaklı yüksek miktardaki kimyasal girdiler nedeniyle, Karadeniz besin tuzları bakımından son çeyrek yüzyılda giderek zenginleşmiştir. Işıklı yüzey sularında, fotosenteze dayalı tüketim nedeniyle genellikle düşük olan besin tuzları konsantrasyonları,

oksijenin azalmaya başladığı tabakanın içinde organik maddelerin parçalanarak tekrar inorganik besin tuzları haline dönüşmesi nedeniyle giderek artmaktadır.

1.4.9. Çökel Türleri / Girdileri

Karadeniz'in derin düzlüklerindeki çökellerin yaklaşık 20-30 cm'lik en üst kısmı ortalama %40 dolayında kalsiyum karbonat taşımaktadır. Bu birim son 3000 yılda çökelmiştir. Kalsiyum karbonatın çok büyük bir bölümü organik kökenli olup, kokolitlerden meydana gelmiştir. Kokolitli seviyeler beyaz ince laminalar halindedir. Bu seviyenin kalınlığı (Ross vd., 1974) tarafından 30 cm olarak belirtilmektedir. Kokolitli birimin altında pelte kıvamında koyu siyah renkli ve organik karbonca zengin bir birim bulunmaktadır. Bu birim abisal düzlüklerde görülmektedir, günümüzden yaklaşık 3000-7000 yıl öncesini kapsayan sürede çökelmiştir ((Ross vd., 1974). Daha altta ise, karadan türemiş kırıntı oranı yüksek çökeller yer almaktadır.

Karadeniz'in 1.864.000 km²'lik geniş bir drenaj alanı vardır. Drenaj alanının %85'i kuzeydeki alçak alanlardan, %15'i ise yüksek dağlardan oluşur. Kuzey ve batıdaki alçak alanlardan Tuna, Dinyeps, Dinyestr ve Don gibi düşük hızlı ancak büyük nehirler Karadeniz'e malzeme taşımaktadır. Güney, güneybatı ve doğudaki dağlık alanlarda ise nispeten küçük ancak çok önemli aşındırma yeteneği olan nehirler mevcuttur. Bunların başlıcaları olan Kızılırmak ve Yeşilirmak'ın ağzındaki geniş deltalar bu malzeme getirmenin açık delilleridir. Karadeniz'in drenaj alanının en büyük kısmı Tuna nehri ve kolları ile kaplanmıştır.

Türkiye kıyıları açısından ele alındığında, çok büyük olmayan ancak aşındırma ve taşıma gücü yüksek nehirlerin bulunması, topografik röliyeğin yüksek olması, çökelleri tutacak büyük haliçlerin bulunmaması, şelfin dar olması ve çökeller havzanın derin kesimlerine taşıyan derin kanyonların varlığı gibi nedenlerle çökelleme hızı yüksektir. Havzanın doğu kesimlerinde türbidit çökeliminin yüksek frekanslı olması nedeniyle çökelleme hızı yüksektir. Buna karşılık batı kesimlerde röliyeğin daha düşük olması, geniş kıyı düzlüklerinin bulunması ve büyük nehirlerin çökellerini kendi ağızlarında çökeltmeleri nedeniyle daha düşük bir çökelleme hızı görülür. Ancak geçmişte batıda çökelleme hızının bugünkünden çok daha fazla olduğu Tuna yelpazesinin geniş şelfi ve yayvan yamaç alanından anlaşılmaktadır (Ross, 1978).

Kıyı bölgelerinde, içinde ince ve kalın çakıllarla kumun da yer aldığı, aşınmaya uğramış kaba tortullar genellikle hakim bulunmaktadır. Kıyıdan biraz uzaklaşıldığında ise bu yapı hemen ince alüvyonlu yapıya dönüşmektedir. Pelitik çamurlar yamaç ve deniz zemininde karakteristiktir. Karbonat içeriği kıyıdan uzaklaşıldıkça artmakta olup bu artış bazı yerlerde %50 düzeyine dek çıkmaktadır. Denizin güneydoğu bölgesinde, 2000 m'ye kadar olan derinliklerde karışık akıntıların taşınması sonucunda oluşmuş aleorolit ve kum çökeltileri yer almaktadır. Nehirlerin getirdiği sulara bağlı olarak Karadeniz'deki su düzeyi Marmara'dakinden yüksek olmaktadır.

1.4.10. Canlı Hayatı

200 m derinliğin altında toksik H₂S'li sudan dolayı anaerobik bakteriler dışında canlı formları yoktur. Biyolojik faaliyetler su kolonunda, 175 m'ye varmadan biter. Yüzeysel sularındaki canlı verimi dünya denizlerinin ortalamasını iki misli olan Karadeniz'de, içinde bulunduğumuz yüzyılın son çeyreğinde sanayileşme ve teknolojinin hızlanmasına paralel olarak başlayan çevre kirlenmesi sonucu canlı verimi giderek azalmaktadır.

1.5. Bölgesel Jeoloji

1.5.1. Karadeniz'in Oluşum Modelleri

Karadeniz'in derin kesimlerinin modern yansıma metodları kullanılarak araştırılması 1970'li yılların başında başlamıştır. 1975 yılında bir İtalyan araştırma gemisi Karadeniz'de kapsamlı bir jeofizik araştırma yapmış, çok sayıda sismik refleksiyon profilleri almıştır. 1979-1984 yılları arasında Bulgaristan'ın kıyı ötesinde 15.000 km sismik hat atılmıştır. 1978 yılından itibaren Rus Jeoloji Bakanlığı tarafından bölgesel profiller alınmıştır. Giderek biriken bu araştırmaların sonuçları 1988 yılında *Bullettino di Geofisica Teorica et Applicata* dergisinin Karadeniz monografında topluca yayınlanmıştır. Bilhassa derin bölgelerde sondaj verileri ile denetlenemediği için yorumları tartışmalı olan bu araştırmaya ait sismik veriler büyük ölçüde Karadeniz hakkında bunda sonra önerilen modellerin de veri tabanını oluşturur. Yine bu çalışma ile Karadeniz'in aslında iki farklı havzadan oluştuğu verilerle ortaya konmuştur.

Karadeniz'in oluşum zamanı ve mekanizmasına dair çok çeşitli modeller önerilmiştir. Başlangıçta Karadeniz'in oluşumu için Prekambriyen'den (Milanovskiy, 1967) Kuvaterner'e (Nalivkin, 1960) kadar farklı zamanlar öngörülmekte iken 1970'li yılların sonundan itibaren bu öneriler terk edilmeye başlanmıştır. Levha tektoniğine yönelik çalışmalar arttıkça ve Alp-Himalaya sistemini oluşturan Tetis sistemi öğrenildikçe Karadeniz'in de bu sistemin bütünü içerisinde bir parça olduğu anlaşılmış ve Karadeniz'in Kretase'de açılmış bir yay ardı havza olduğu büyük ölçüde kabul edilmeye başlamıştır. Bu modern görüşe önderlik eden başlıca çalışmalar arasında ise Adamia vd. (1974), Hsu vd. (1977), Letouzey vd. (1977), Manetti vd. (1988), Görür (1988), Okay vd. (1994) sayılabilir.

1990'lı yıllar Karadeniz jeolojisi için önemli bir aşamaya şahit olmuştur. Gerek eski Sovyetler Birliğinin üyelerinin bağımsız ülkeler haline gelerek kendi politikalarını belirlemeleri, gerekse Türkiye'nin Karadeniz sahasında yabancı petrol şirketleri ile lisans anlaşmaları yapması ile Karadeniz araştırmalarına hız verilmiştir. Bilhassa TPAO-BP, TPAO-ARCO ortaklıkları ile batı ve Doğu Karadeniz'de çok sayıda sismik refleksiyon çalışmaları, petrol örneklerinin değerlendirilmeleri, dip taraması gibi araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde Karadeniz'in diğer kesimlerinde de bilhassa petrole yönelik araştırmalar bu dönemde yoğun bir şekilde sürdürülmüştür. Ancak petrol şirketlerinin elinde olan bu bilgilerden çok azı bilimsel çalışmalarda kullanılmıştır (Robinson vd., 1996).

1997 yılında AAPG yeni bir özel sayı ile Karadeniz çevresi alanların jeolojisindeki son gelişmeleri yayınlamış, bu kitap içerisindeki makalelerde bazı kıyıötesi veriler de kullanılmıştır.

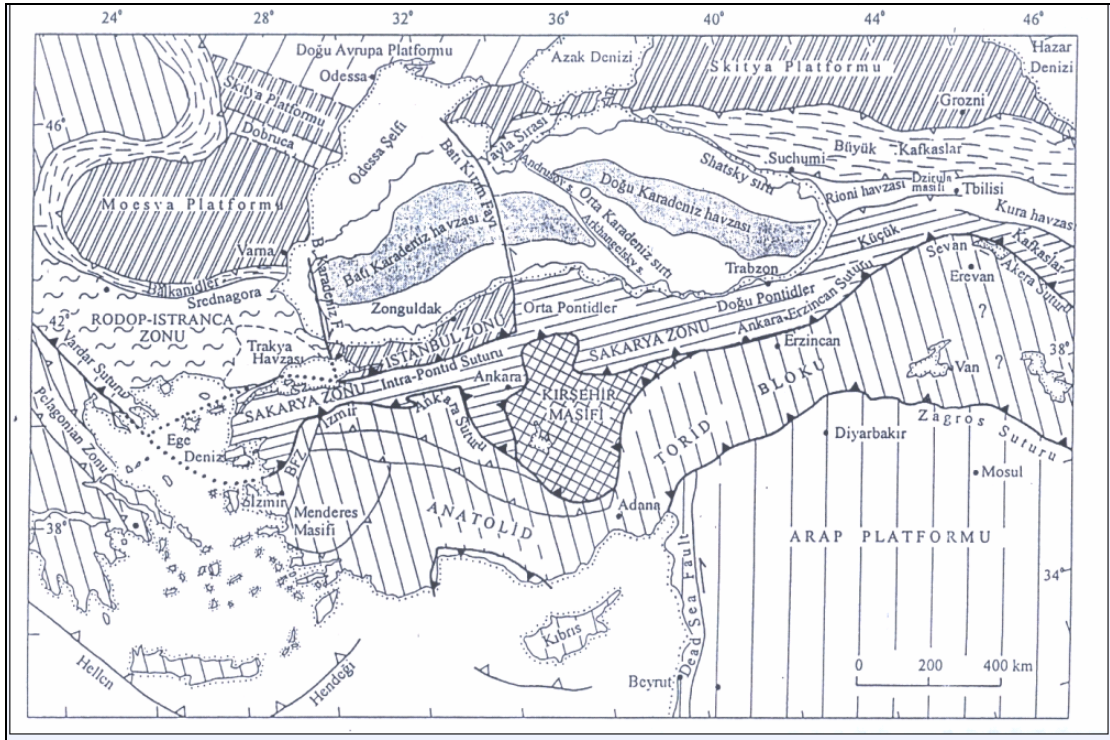
1.5.2 Karadeniz Çevresinin Jeolojisi ve Tektonik Birlikleri

Tetis sisteminin bir parçası olan Karadeniz, bugünkü genel kabule göre güneyde bulunan Tetis Okyanusu'nun kuzeye doğru dalması sonucunda bir yayardı havza olarak oluşmuştur. Her ne kadar oluşum zamanı ve mekanizması açısından önemli görüş ayrılıkları varsa da Karadeniz'i çevreleyen alanları oluşturan tektonik birlikler hakkında az çok bir görüş birliği vardır. Şekil 7. bu tektonik birlikleri göstermektedir.

Bu tektonik birlikler sırası ile şunlardır:

1- Istranca Masifi

- 2- Balkan Bindirme Kuşağı ve Önbalkan Zonu
- 3- Moesya Platformu
- 4- Kuzey Dobruca Orojeni
- 5- Skitya Platformu
- 6- Doğu Avrupa Platformu
- 7- Kırım
- 8- Büyük Kafkaslar
- 9- Ahcara-Trialet Kıvrım Kuşağı (Küçük Kafkaslar) ve Rioni Havzası
- 10-Istranca Zonu
- 11- İstanbul Zonu
- 12-Orta Pontidler
- 13- Doğu Pontidler



Şekil 7. Karadeniz'i çevreleyen alanları oluşturan tektonik birimler (Okan, T., 1998)

1.5.3. Pontid-Doğu Pontid Jeolojisi

Türkiye'nin büyük tektonik birliklerinden Pontid Tektonik Birliği'nin (Ketin, 1966) ilginç jeolojik konumu 1900'lü yıllardan günümüze kadar değişik amaçlı pek çok yer bilimcinin ilgisini çekmiştir (Ketin, 1966; Burşuk, 1975; Çoğulu, 1970; Yılmaz, 1972; Tokel, 1972; Seymen, 1975; Özsayar vd., 1981; Açar, 1977; Pelin, 1977; Burşuk, 1982; Alkaya, 1982 ve 1983; Gülibrahimoğlu vd., 1984; Bektaş vd., 1984; Korkmaz ve Baki, 1984; Görür vd. diğ., 1983; Bergougnan, 1987; Bektaş ve Çapkinoğlu, 1997; Akdeniz, 1988; Taslı, 1990; Yalçınalp, 1992; Robinson, 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz vd., 1997; Bektaş vd., 1995 ve 1999; Yılmaz ve Korkmaz, 1996; Kandemir, 2004). Özellikle Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği elemanlarına ait münferit araştırma, yüksek lisans ve doktora tezleri ile MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Türk-Japon Araştırma Projeleri, TPAO ve İTÜ bazda araştırmalar bölge jeolojisinin genel jeolojik ana hatlarını ortaya koyarak stratigrafik konumunu ayrıntılarıyla belirtmişlerdir.

Bektaş vd. (1995 ve 1999) Doğu Pontidleri, sunmuş oldukları sedimantolojik, tektonik ve magmatik karakteristiklerine göre, "Kuzey Zon", "Güney Zon" ve "Eksen Zonu" olmak üzere üç alt birliğe ayırmışlardır (Şekil 8). Çalışma sahası Kuzey Zon'da yer almaktadır.

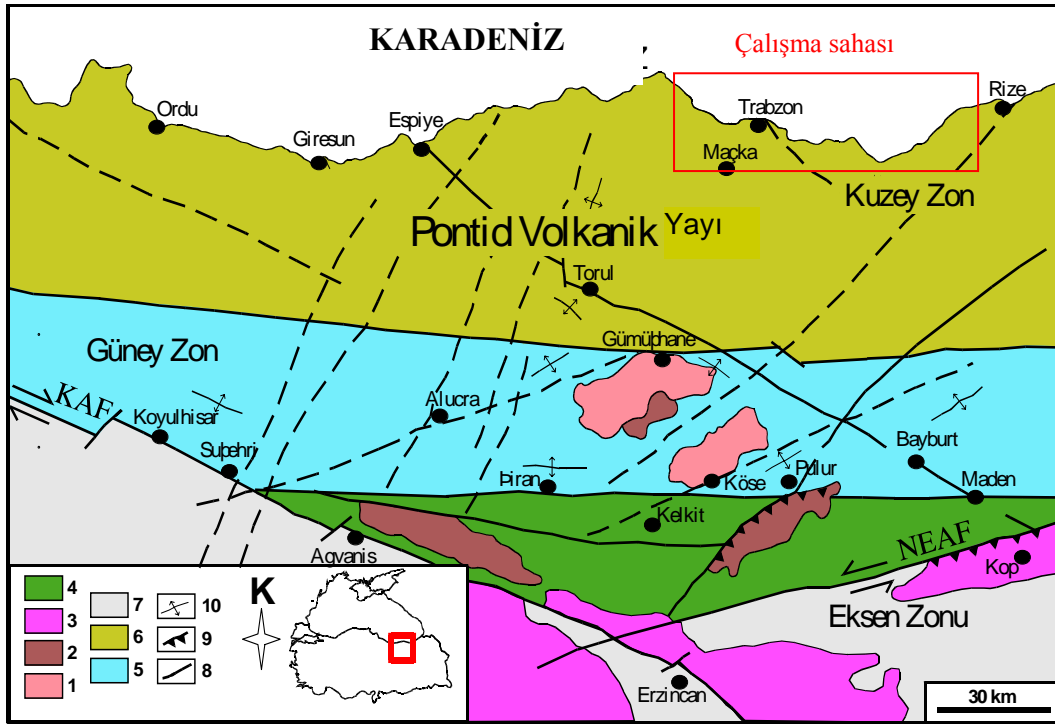
Kuzey Zonda temel kayaçlarını, çok dar alanlarda izlenen (Dereli, Çaykara, Yanbolu) metamorfik kayaçlar oluşturur. Farklı araştırmacılar tarafından Pulur metamorfikleri (Ketin, 1951), Pulur Masifi (Korkmaz ve Baki, 1984), Kopuzsuyu Deresi Metamorfikleri (Özer, 1983), Kotana Metamorfikleri (Boynukalın, 1990) gibi adlarla anılan bu birim, Doğu Pontid Güney Zonu'nda yaygın olarak yüzeyleme verirken, Kuzey Zon'da seyrek olarak gözlenir. Topuz (2000) metamorfiklerin yaşlarını U-Pb, Ar-Ar ve Rb-Sr yöntemleriyle 260 ve 330 milyon yıl olarak saptamış ve bu metamorfiklerin Pulur Masifinde iki ayrı tektono-metamorfik birimden oluştuğunu belirtmiştir. Temeli oluşturan bu metamorfikler Gümüşhane Graniti (Yılmaz, 1973) ya da Gümüşhane Plütunu (Çoğulu, 1970) olarak adlandırılan, Geç Karbonifer öncesi yaşta (Gürsoy vd., 1993) granitik kayaçlar tarafından kesilmiştir. Gümüşhane Graniti, başlıca granodiyorit, kuvarslı mikrodiorit, granit ve dasitlerden oluşmaktadır. Hersinyen temel üzerine Liyas yaşlı birimler gelir. Bu kayaçlar değişik araştırmacılar tarafından farklı adlarla tanıtılmıştır (Karatepe Formasyonu, Seymen, 1975; Telmeyaylası Formasyonu, Yüksel, 1976; Hacıören Formasyonu, Pelin, 1977; Hamurkesen Formasyonu, Açar, 1977; Balkaynak Formasyonu, Kesgin, 1983; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983). Erken Jura yaşlı kayaçlardan elde edilen bilgiler,

birimin birbirleriyle yanal geçiş gösteren ve kısa mesafelerde kalınlık farkları sunan andezit, diyabaz, bazalt, aglomera, tuf ve tüffitlerden oluşan volkanik ara seviyeler içeren yersel çakıltası, dereceli kumtaşı, marn, kıltaşı ve kumlu kireçtaşı ile kırmızı renkli ve yumru kireçtaşlarından oluşmaktadır (Yılmaz, 2002). Birim, yukarıda belirtilen kaya türlerinin yanında taban ve tavana yakın seviyelerde kömürlü oluşuklar da içermektedir. Bu çökeller, Erken Liyas'da etkin olan genişlemeli tektonik rejimin Hersinyen temeli parçalaması sonucu Birinci Riftleşme Fazı olarak bilinen olaylar bütünü sonucunda oluşmuşlardır (Bektaş vd., 1995; Yılmaz, 2002). Aktif tektonik hareketlerin kontrolünde gelişen Erken-Orta Jura çökel çökellerinin birikiminden sonra Malm'den itibaren, Alt Kretase sonuna kadar süren dönemde, sakin tektonik koşulların kontrolünde karbonat platformu oluşmuştur (Yılmaz, 2002). Tüm doğu Pontidlerde geniş alanlarda yüzeyleme veren, bol fosilli, sığ denizel kireçtaşları, dolomitler ve dolomitik kireçtaşları tipik bir karbonat platformu ürünüdürler (Taslı, 1990; Yılmaz, 1997 ve 2002). Tümünüyle karbonatlı kayalardan oluşan Berdiga Formasyonu genel olarak gri, bej renkli, kalın, yer yer masif katmanlı, çok zengin küçük bentik foraminifer fosilleri içeren, üst seviyeleri çört yumru ve bantlı, taban seviyeleri yer yer dolomitlerden oluşan, tabandan tavana karbonatlı fasiyeste gelişmiş özelliklere sahiptir.

Üst Kretase'den itibaren Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zonu farklı litolojiler göstermeye başlar. İnceleme alanının da içinde yer aldığı Kuzey Zon yoğun bir magmatik aktivitenin etkisi altındayken, Güney Zon, magmatik aktiviteden uzak türbiditik karakterli bir istif özelliği gösterir. Zigana Dağı ile kıyı çizgisi arasında kalan alan genellikle Kretase-Tersiyer yaşlı volkanik ve volkanik-klasik kayaların yüzlek alanı konumundadır. Bu seviyeler yer yer bol pelajik fosil içeren kırmızı renkli kireçtaşı ara düzeyleri içerir. Volkanik etkinliğin duraksadığı dönemleri işaret eden bu seviyeler çoklukla mercek geometrilidir. Zigana kıyı şeridi çizgisinde dasit, bazalt, andezit ve mikrodioritik bir dizilim sunan bu volkanitler yer yer Berdiga Formasyonu'na ait blok-mega bloklar içerir. Esiroğlu-Trabzon çizgisinde yer alan volkanitler ise daha çok pliyosen-kuvaterner yaşlıdır. Gümüşhane yöresinde Üst Kretase istifi tabanda, ince-orta tabakalanmalı, sarı renkli kumlu kireçtaşları ve yer yer konglomeralardan oluşmakta, bunların üzerine ince tabakalanmalı kırmızı-mor renkli mikiritik kireçtaşları ile devam ederek, gri, yeşil renkli tuf ara seviyeleri içeren ince-orta tabakalanmalı kumtaşı, kıltaşı ve marn aralanması ile son bulmaktadır. Bu birim Tokel (1972) tarafından Kermutdere Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kretase, Bayburt yöresinde tabanda Ahsünk Formasyonu ve bunun üzerine gelen Kuzdağ

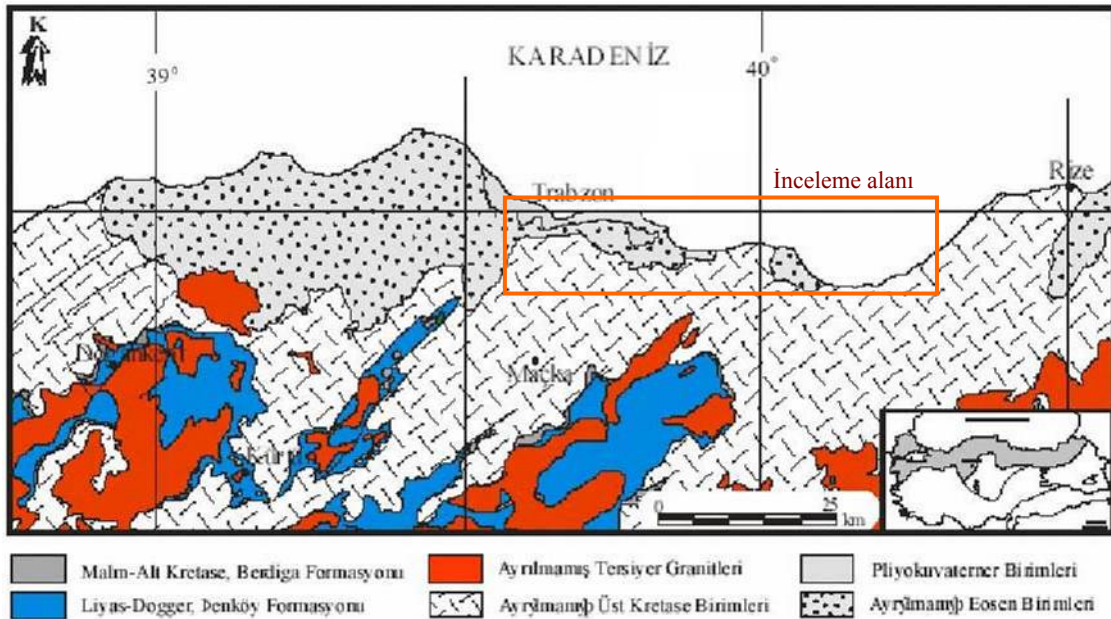
Formasyonu ile belirgindir. Ahsünk Formasyonu (Özer, 1983) kırıntılarını tamamıyla alttaki Berdiga Formasyonu(ndan alan monojenik breş ve kumtaşı-kireçtaşı-marn ardışımından oluşmaktadır. Ahsünk Formasyonu üste doğru tedrici olarak Kuzdağ Formasyonu'na geçiş gösterir. Kuzdağ Formasyonu (Özer, 1983), ince-orta katmanlı, gri-bej renkli yer yer makroskobik ölçekte kayma-akma yapıları içeren bol tintinidli plaket kireçtaşlarından oluşur.

Bütün bu birimler Alibaba Formasyonu (Tokel, 1972) tarafından uyumsuz olarak örtülürler. Birim, Gümüşhane ve yakın yöresinde, tabanda yersel olarak konglomeralar ve nummulitli kireçtaşları ile başlar. Bu yersel oluşuklar dışında gerek kuzey ve gerek güney zonda birim üstü doğru bazalt-andezit lav ve piroklastlardan oluşan kalın bir gövdeyle tanınır. Bu özellikler Bayburt yöresinde yersel farklılıklar sunar: Tabanda nummulit fosilli ve Berdiga Formasyonu'ndan türemiş çakıllar içeren konglomeratik bir seviyeyle başlayıp üste doğru tuf ara seviyeli kumtaşı-kiltaşı ardalanması ile devam eder.



Şekil 8. İnceleme sahasının Doğu Pontidlerin jeotektonik birlikleri üzerindeki yeri (1- Paleozoyik granitleri, 2-Paleozoyik metamorfileri, 3- Serpantinitle, 4- Kretase yaşlı ofiyolitik melanj, 5- Mesozoyik sedimanter kayaçları, 6- Kretase ve Eosen yay volkanitleri, 7- Ayrılmamış Mesozoyik ve Senozoyik birimleri, 8- Fay, 9- Bindirme fayı, 10- Ortogonal kıvrımlar; Bektaş vd., 1999'dan alınmıştır).

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Karadeniz kıyı kesiminde yaygın yüzlek veren kayaçların tabanında Liyas-Dogger yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait volkanitler yer alır. Bu süreçte iç kesimlerde izlenen bol fosilli kireçtaşı (*calcarei ammonitico rosso*) ve türbiditik fasiyesteki kayaçlar kıyı ve kıyıya yakın kesimlerde gözlenmez. Tüm Doğu Pontidlerde Üst Jura-Alt Kretase süreci platform karbonatlarının birikim sürecine karşılık gelir. Berdiga Formasyonu (Pelin, 1977) olarak bilinen bu birim iç kesimlerde yaygın yüzleklere sahiptir. Buna karşın kıyıya yakın kesimlerde çoklukla Kretase-Tersiyer yaşlı volkanitlerin içinde blok veya mega bloklar şeklinde izlenir. Birkaç metreden birkaç kilometreye varan boyutlarda izlenen bu blokların volkanik etkinlik sırasında ilksel konumlarının bozulduğu ve volkanitler tarafından asimile edildiği varsayılmaktadır. Üst Kretase süreci duraksayarak devam eden yoğun bir volkanik etkinlik dönemine karşılık gelir. Başlıca bazalt, andezit ve dasitik karakterli volkanik ürünlerin olduğu bu süreçte volkanizmanın durduğu dönemlerde derin denizel çökeller birikmiştir. Kretase yaşlı bu derin denizel çökeller Tersiyer'de yerini sığ birikim ortamlarında depolanmış volkaniklastiklere bırakır. Bununla birlikte volkanik ve granitik kayaçlar her zaman baskın kaya türünü oluşturur. Oligo-Miyosen küçük çökel havzaların dışında aşınma dönemine karşılık gelir. Pliyo-Kuvaterner dönemi kıyı kesimindeki volkanitler, kırıntılı çökeller, taraça ve alüvyonlarla belirgindir. (Şekil 9.)



Şekil 9. Doğu Karadeniz kıyı kesiminin jeolojik haritası (Gattinger, 1962)

1.6. Ağır Metaller ve Etkileri

Ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³ ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba Kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar.

Ağır metaller, su kaynaklarına, kanalizasyon deşarjları, tarımsal uygulamalar, erozyonlar, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl, yeraltı suları ve denize ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Sediman tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir. Ülkemizde de başta tuz ihtiyacımızı karşıladığımız tuz gölü olmak üzere kapalı göllerimizde yeterli çevresel önlem almadığımız ve su havzalarında kontrolsüz sanayileşmeye izin verdiğimizden dolayı ağır metal konsantrasyonu sürekli yükselmektedir.

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve bir çok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır (Bigersson vd., 1998). Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan cıvadır (Duffus vd., 1996).

1.7. Trabzon'daki Maden Rezervleri

Trabzon İli metalik maden yönünden oldukça zengindir. Özellikle; bakır, kurşun, çinko, demir ve manganez zuhur ve yataklarına sık rastlanır. Bölgenin ada yayı özelliğinden dolayı, volkanojenik masif sülfid yatak ve zuhurları en önemli yeri tutar.

Bunun yanında, porfiri tip yataklar ile granitoyidik sokulum kayaçlarının kenar zonlarında, skarn ve kontakt tip zuhur ve yataklar ile damar tip zuhurlar gelişmiştir.

M.T.A. Bölge Müdürlüğünün çalışmaları sonucu il sınırları içinde 54 adet metalik maden (bakır, kurşun, çinko,demir,manganez) yatak ve zuhuru tespit edilmiştir. Bu yataklardan 8 tanesinde rezerv belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bu yataklarda; 95 415 ton metal bakır, 24 940 ton metal kurşun, 30 590 ton metal çinko tespit edilmiştir Yukarıda açıklanan maden yataklarından Sürmene-Kutlular KBİ tarafından 1985-1995 yılları arasında işletilmiştir. Maçka-Gümüski Pb-Zn yatağı ise 1992 yılından beri işletilmektedir(Tablo 1).

Trabzon ili sınırları içinde 15 adet endüstriyel hammadde yatak ve zuhuru tespit edilmiştir. Bu yataklarda; Seramik sanayii hammaddeleri: Kaolen, illit, bentonit (Yomra, Arsin, Araklı yöreleri) –426 300 ton, İnşaat sanayii hammaddeleri: Kil, kireçtaşı, tras, tuğla kiremit toprağı ve granit mermer (Maçka, Araklı ve Of yöreleri)-milyonlarca ton (Görünür+muhtemel+Potansiyel) rezerv tespit edilmiştir. Bu yataklardan Trabzon-Merkez-Düzalan (kil), Maçka-Altındere (Kireçtaşı), Araklı-Taşönü (kiltası, kireçtaşı) ve Arsin-Kuzguncuk (tras) sahaları işletilmektedir.

Tablo 1. Maden rezervleri (DİE Verileri, Genel Nüfus Sayımı, 1990)

YATAK ADI	MADEN CİNSİ	TENÖR(%)	REZERV (Ton)	METAL(Ton)
Sürmene- Kutlular	Bakır	2.52	1 400 000 (G)	35.280
Sürmene -Kottarkdere	Bakır	1.43	1.100.000 (G+M)	15.730
Sürmene-Baştımar	Bakır	1.08	19.000 (G)	205
Yomra-Kanköy	Bakır	1.08	2.200.000 (G+M)	23.760
Maçka- Yenimahalle	Bakır	3.20	50.000(G+M)	1.600
	Kurşun	3.20		1.600
	Çinko	3.30		1.650
Maçka-Gümüski	Kurşun	17.00	60.000(G+M)	10.500
	Çinko	15.00		
Şalpazarı-Kenmaden	Kurşun	3.60	37.000 (M)	1.340
	Çinko	4.40		1630
Şalpazarı- Alacadağ	Bakır	2.50	120.000 (M)	3.000
	Kurşun	9.60		11.500
	Çinko	14.00		11.800

G: Görünür M:Muhtemel

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Çalışma yapılan alan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Trabzon İli'nde, Yoroç Burnu-Of arasında kalan sahanın kuzeyinde, Karadeniz sahilidir.

Çalışma yapılan bölge kıyısındaki önemli yerleşim yerleri; Akçaabat, Yomra, Arsin, Araklı, Sürmene, Of ilçeleri, Trabzon İl Merkezi bulunmaktadır. Dereler; Söğütlü Deresi, Yıldızlı Deresi, Aygören Deresi, Değirmendere, Şana Deresi, Yomra Deresi, Karadere, Sürmene Deresi, Of Deresi'dir (Şekil 11. İnceleme alanına ait harita).

2.2. Örnek Alım Yöntemleri ve Örneklerin Analize Hazırlanması

Örnekleme KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi'ne ait R/V Denar I araştırma gemisi ile yapılmıştır.

Sediman örnekleri deniz tabanından "orange peel bucket" örnekleme aleti (portakal kabuğu kepçesi) ile alınmıştır (Şekil 10). Portakal kabuğu kepçesi ismini soyulmuş bir portakalın dilimlerine benzemesinden alır. Kepçenin ağırlığı 45 libredir. Dolu olduğu zaman 200-300 inç küp sediman alır. Fakat alınan örneğin ince parçaları su ile beraber akar. Bu nedenle elde edilen örnek deniz tabanını tamamıyla temsil etmeyebilir.

Söz konusu yöntemle deniz tabanının yaklaşık ilk 25 cm'sinden örnekleme yapılmıştır. Gemiye çekilen deniz tabanı sedimani ölçülerek belli derinliklerinden (örneğin ilk 5 cm veya 5-10 cm arasından) örnekleme yapılmıştır. Örnek Alım Yerleri (Koordinatlar- Nolar) ve Özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

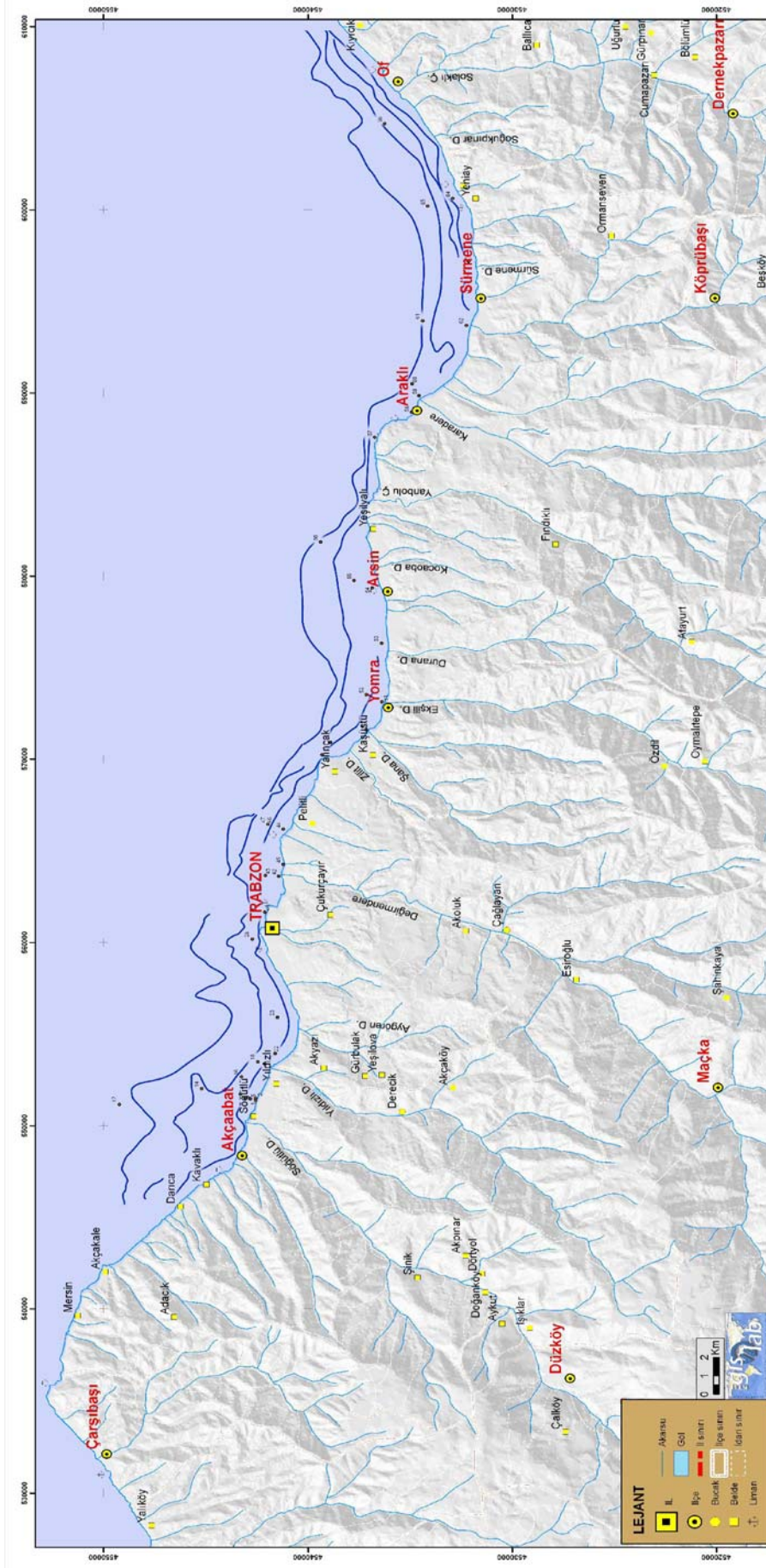
ICP-MS aletinde analiz edilecek iz ve NTE analizleri Dulski 2001'e göre hazırlanmış ve ACME'de analiz edilmiştir. Bu yöntemde toz haline getirilmiş kaba sediman ve standart örneklerden 100 mg tartılarak teflon kaplara konulur. Örnekler birkaç damla saf su ile nemlendirilir. Sırasıyla 3 ml HF (23 Mol l⁻¹) ve 3 ml HClO₄ (12 mol l⁻¹) ilave edilerek teflon kapların kapağı kapatılır. 180 °C' de 16 saat fırında bekletilir. Bu işlemin sonucunda örnekler fırından alınır ve üzerindeki çelik bloklar çıkarılarak teflon kapların kapağı açılır ve kapakta kalan örnekler saf su ile yerine ilave edilir. Daha sonra bunların üzerine delikli beyaz bloklar ve bunun da üzerine çelik blok konularak vidayla sıkıştırılır çeker bacada

180 °C’ de yaklaşık 4 saat bekletilir. Bu sürenin sonunda örnekler hemen hemen kurumuştur. Üzerlerine 5 ml HCL (10 mol l^{-1}) ilave edilerek tekrar 180 °C’ de başlangıçtaki kuruluğa kadar (yaklaşık 2 saatte) buharlaştırılır. Bu işlemin sonrasında, kalan nemli örnekler üzerine tekrar 5 ml HCL (10 mol l^{-1}) dökülerek teflon kapların kapağı kapatılır ve 130 °C’ de 12 saat bekletilir. Daha sonra çözelti 180 °C’ de yaklaşık 2 saatte buharlaştırılarak örnekler başlangıçtaki kuruluğa getirilir. Sıcak örnekler 2 ml HCL (10 mol l^{-1}) ve 10 ml saf su ilave edilerek 50 ml’ lik cam balonlara aktarılır ve üzeri saf su ile tamamlanır. Sonuçta berrak ve açık renkli, analize hazır çözeltiler elde edilmiş olur.

En alt analiz edilebilirlik limitleri örneklerin analizleri ile birlikte Tablo 3’de verilmiştir.



Şekil 10 Dip sedimanlarının örneklenmesi ve yüzey tabakanın görünümü



Şekil 11. İnceleme alanına ait harita (KTÜ, GIS LAB, 2006)

Tablo 2. Örnek alım yerleri (koordinatlar- nolar) ve özellikleri

No	Yer	Koordinat	Derinlik	Açıklama
1	FEF önü	41° 00' 56" N 39° 36' 39" E	4,5 m	<i>Örnek alındığında:</i> Kavkı parçaları içeren siyah kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> İri kum-ince çakıl, çok az kavkı (%2)
2	FEF önü	41° 00' 56" N 39° 36' 45" E	9 m	<i>Örnek alındığında:</i> bitki kırıntılı yosunlu kavkı parçalı kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+kavkı parçaları (%6)
5	FEF deşarj noktası	41° 01' 04" N 39° 36' 43" E	12,5 m	<i>Örnek alındığında:</i> kumlu çamur, kavkı içeriyor <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+silt+ kavkı parçası (%4)
6	FEF önü (Sögütlü Deresi önü)	41° 01' 12" N 39° 36' 44" E	19 m	<i>Örnek alındığında:</i> kum+çamur, bol kavkılı <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+silt, 3 mm'den 1 cm'e büyüklüklerde kavkı parçaları (%10)
7	FEF önü	41° 01' 11" N 39° 36' 45" E	22,5 m	<i>Örnek alındığında:</i> kumlu çamur, bol miktarda kavkı parçası <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+silt, kavkı parçaları (%40), yer yer bitki parçaları
8	FEF önü	41° 01' 20" N 39° 36' 54" E	38 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil+bol kavkı (%10) 1 cm kadar kavkılar, orta 3-4 mm'den cm boyutuna varan dal parçaları
9				0,5 cm kil boyutunda malzeme, kavkı yok
10				3 cm kil boyutunda malzeme, kavkı yok
11				6 cm kil boyutunda malzeme, kavkı yok
11				10 cm kil boyutunda malzeme, çok az kavkı (>%1)
12	Sögütlü	41° 04' 32" N 39° 36' 32" E	75 m	<i>Örnek alındığında:</i> bol iri kavkılı çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> kil+bol kavkı (%10)
14	Akçaabat açıkları	41° 02' 21" N 39° 37' 07" E	57 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil+bol kavkı (%15) 2 cm kil+bol kavkı (%15)
16	FEF açığı	41° 01' 18" N 39° 37' 34" E	65 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil boyutunda kavkı yok gibi 2 cm kil boyutunda kavkı yok gibi (odunumsu bitki parçaları)
18		41° 00' 52" N 39° 38' 09" E	52 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil boyutu malzeme+ kavkı (~ %2) (bitki parçaları) 2 cm kil boyutu malzeme kavkı yok gibi
19				
20		41° 00' 41" N 39° 38' 05" E	32 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+kil+kavkı (%10) 2 cm ince kum+kil+kavkı (%10) , yaprak parçaları, odun parçaları (~ 1-2 cm)
21				
22		41° 00' 24" N 39° 38' 28" E	20 m	<i>Örnek alındığında:</i> kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+ silt+ kavkı parçaları (~ %8)

Tablo 2'nin devamı

No	Yer	Koordinat	Derinlik	Açıklama
23 24 25 26 27	Beşirli açıkları	41° 00' 20" N 39° 39' 52" E	35 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+silt+kavkı (%15) 2 cm kil+kavkı (%10) 5 cm kil+kavkı (%2) 8 cm kil+kavkı (>%1) 12 cm kil+kavkı (>>>%1)
28 29	Moloz Deşarj Hattı	41° 00' 59" N 39° 42' 56" E	37 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+silt+kavkı (%4) 3 cm ince kum+silt+kavkı (%2)
30-39				<i>Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi tarafından incelenmektedir</i>
40	Gazipaşa-Ganita arası	45 40 288 56 16 50	12 m	<i>Örnek alındığında:</i> çok bol kavkılı kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum boyutu malzeme+kavkı (%40)
41A 41B		45 40 888 56 17 35	17 m	<i>Örnek alındığında:</i> siyah renkli çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+kil+kavkı (%2) 4 cm kil+kavkı (>>>%1)
42	Değirmendere'nin ağzı Liman tarafı	41° 00' 34" N 39° 43' 24" E	15 m	<i>Örnek alındığında:</i> ince kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+kavkı (>>>%1)
43A 43B	Değirmendere ağzı	40° 59' 58" N 39° 43' 57" E	87 m	<i>Örnek alındığında:</i> siyah renkli çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil, kavkı yok 4 cm kil, kavkı yok
44		45 39 759 56 42 45	13 m	<i>Örnek alındığında:</i> kum+balçık+az mollusk kavkısı <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+kil+kavkı (%1), yer yer yosun kalıntıları
45		45 39 380 56 61 60	7 m	<i>Örnek alındığında:</i> bitki parçaları, ince kum boyutunda malzeme, az mollusk kavkısı <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+silt+kavkı (%4), yer yer yosun kalıntıları
46A 46B		45 401 39 56 64 29	32 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahve 4 cm siyahımsı <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil boyutu, kavkı yok 4 cm kil boyutu, kavkı yok
47A 47B	Havaalanı açığı	40° 59' 56" N 39° 45' 50" E	37 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahve 4 cm siyahımsı, az kavkılı <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm örnek hazırlanması unutuldu 4 cm kil boyutu, kavkı (%1)
48	Havaalanı ağzı	40° 59' 05" N 39° 48' 28" E	9 m	<i>Örnek alındığında:</i> kaba iri kum, az kavkılı <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+kavkı (%4)

Tablo 2'nin devamı

No	Yer	Koordinat	Derinlik	Açıklama
49A 49B	Şana-Petrol ofisinin açığı	40° 58' 52" N 39° 50' 04" E	39 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahve 4 cm siyahımsı <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+silt+az kavkı (%12), bitki parçaları 4 cm kil+silt+ kavkı (%1)
50	Şana Deresinin ağzı, kıyıdan yaklaşık 90 m açıkta	40° 57' 54" N 39° 50' 32" E	8 m	<i>Örnek alındığında:</i> kaba iri kum, az kavkılı <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+kavkı (%4)
51	Yomra Deresinin ağzı	40° 57' 29" N 39° 52' 06" E	9 m	<i>Örnek alındığında:</i> çok az kavkı içeren ince kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince kum+ kavkı (%2)
52A 52B	Yomra Deresinin açığı	40° 57' 54" N 39° 52' 23" E	47 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengimsi 5 cm siyahımsı <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil, kavkı yok 4 cm kil, kavkı yok
53	Yomra	40° 57' 29" N 39° 54' 23" E	15 m	<i>Örnek alındığında:</i> kum+kavkı <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum boyutu+silt+kavkı (%20), kavkılar ince (~1mm) boyutlarda
54	Yomra kıyısı	40° 57' 42" N 39° 56' 51" E	17 m	<i>Örnek alındığında:</i> az kavkılı kum boyutu <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+silt+ bol kavkı (%30)
55A 55B	Yomra	40° 58' 51" N 39° 56' 51" E	44 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm bol kavkılı ince kum 3 cm siyah renkli çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm silt+kavkı (%20), bol bitki parçası 3 cm kil+kavkı (%10)
56A 56B	Falkoz açığı	40° 59' 04" N 39° 58' 22" E	92 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm bol kavkılı çamur-kum 3 cm bol kavkılı çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+silt+kavkı (%30), ~>1 mm küçük kavkılar 3 cm ince kum+silt+kavkı (%25)
57	Falkoz	45 34 910 58 75 55	13 m	<i>Örnek alındığında:</i> az kavkı içeren kum boyutu malzeme <i>Örnek hazırlanırken:</i> iri kum+silt+ kavkı(%2)
58	Araklı	40° 56' 36" N 40° 03' 23" E	6 m	<i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+silt+ kavkı (%2), bitki parçaları
59A 59B	Karadere ağzı	40° 56' 35" N 40° 04' 29" E	47 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm ince kum, kahverengi 2 cm çamur, siyah <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil, kavkı yok 2 cm kil, kavkı yok

Tablo 2'nin devamı

No	Yer	Koordinat	Derinlik	Açıklama
60A 60B		45 33 072 59 04 76	127 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengi çamur, kum-silt 3 cm siyah çamur <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil, kavkı yok 3 cm kil, kavkı yok
61A 61B 61C		40° 56' 17" N 40° 06' 56" E	97 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengi 2 cm koyu kahverengi 5 cm siyahımsı ince kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil+kavkı (>>%1) 2 cm kil+kavkı (>>%1) 5 cm kil+kavkı (>>%1)
62A 62B 62C	Sürmene	40° 55' 08" N 40° 06' 44" E	19 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengi kumlu 3 cm siyah kumlu 8 cm koyu kumlu/killi <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+kavkı (%2), bitki paçaları 3 cm kil boyutu+kavkı yok 8 cm kil boyutu+kavkı (%1)
63	Balıklı	40° 55' 03" N 40° 09' 13" E	21 m	<i>Örnek alındığında:</i> ince kum+ kavkı <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+silt+ kavkı (%10)
64	Yeniay	40° 55' 26" N 40° 11' 40" E	17 m	<i>Örnek alındığında:</i> ince kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> ince çakıl+ kum+silt+ kavkı (%6)
65A 65B	Çamburnu	40° 56' 06" N 40° 11' 23" E	82 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengi ince kum+ silt 3 cm siyahımsı ince kum <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm kil+kavkı (%4), küçük boyutlu (<1 mm) kavkılar 3 cm kil+kavkı (%2)
66	Of Deresi açığı	40° 57' 12" N 40° 14' 36" E	76 m	<i>Örnek alındığında:</i> kahverengimsi-siyahımsı kil boyutu malzeme <i>Örnek hazırlanırken:</i> kil+ kavkı (%4)
67	Of kıyısı	40° 56' 52" N 40° 15' 31" E	13 m	<i>Örnek alındığında:</i> ince kum boyutu malzeme <i>Örnek hazırlanırken:</i> kum+kil+ kavkı (%15)
68A 68B	Of	40° 55' 33" N 40° 56' 33" E	32 m	<i>Örnek alındığında:</i> 0 cm kahverengimsi 3 cm siyahımsı <i>Örnek hazırlanırken:</i> 0 cm ince kum+kil+kavkı (%2) 3 cm kil+kavkı (%2)

Tablo 3. Örneklerin element konsantrasyonları ve en alt analiz edilebilirlik limitleri

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppb)	Co (ppm)	V (ppm)	P (%)	Hg (ppb)
Alt Analiz limiti	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,5	1	2	0,1	2	0,001	5
Örn.													
1	47,6	0,04	36,78	7,8	2,93	42	38,9	582	21	16,2	92	0,052	5
2	63,3	0,06	40,07	11,96	4,13	55,9	68,2	902	27	24,5	123	0,057	9
3	69,3	0,08	49,01	14,34	4,39	66,1	48	885	32	27,3	115	0,064	15
5	65,4	0,05	43,59	13,19	4,39	74,8	57	869	27	31,3	117	0,068	7
6	71,6	0,08	52,4	18,58	5,05	88,7	55	933	38	36,7	110	0,074	10
7	65,7	0,06	46,82	17,62	4,71	81,8	53,9	840	37	33,6	104	0,072	16
8	87,2	0,13	66,99	25,07	4,72	61,4	54,4	799	76	26,1	112	0,076	35
9	73,8	0,16	64,96	21,3	4,22	47,6	45,6	638	59	22,9	108	0,07	20
10	75,2	0,14	66,07	19,91	4,42	46,4	42,8	784	50	23	113	0,07	23
11	81,1	0,13	70,88	21,9	4,93	56,9	46,8	874	54	27,7	117	0,073	26
12	81,3	0,33	66,13	45,11	3,42	63,9	57,7	562	123	22,5	86	0,073	44
13	72,2	0,11	64,8	22,54	4,05	72,9	69	469	58	24,6	103	0,063	22
14	76,2	0,14	72,17	35,56	4,27	69,6	66,4	470	99	27,5	105	0,067	36
15	91,8	0,2	74,06	46,2	3,96	63,8	62,7	595	126	23,2	97	0,085	47
16	97,6	0,16	81,9	34,33	5,01	67,6	67,2	707	122	28,4	123	0,09	88
17	97,3	0,16	85,18	31,75	5,18	60,4	57,9	677	112	28,3	124	0,083	48
18	87,7	0,16	76,53	29,57	4,61	58,4	60,6	630	115	25,6	117	0,088	44
19	87,2	0,16	77,52	25,52	4,87	44,5	44,1	662	88	24,4	124	0,074	37
20	85,9	0,07	67,78	20,39	4,94	61,4	54,6	748	61	29,6	136	0,082	20
21	81,9	0,11	67,57	21,38	4,86	62,7	55,3	719	71	27,8	137	0,082	22
22	71,6	0,07	46,79	16,96	4,76	76,2	63,5	856	36	33,6	123	0,075	14
23	92,4	0,12	70,04	29,48	4,86	57,7	57,7	785	118	27,1	121	0,111	50
24	90,5	0,16	74,26	30,47	4,66	54	63,3	669	143	26,8	122	0,101	49
25	89,2	0,13	73,07	28,89	4,62	51,2	58,7	654	120	25,7	121	0,092	43
26	84,9	0,15	77,36	27,75	4,79	48,9	54,5	759	106	24,8	121	0,092	33
27	84,8	0,15	80,23	25,06	4,6	41,1	45,2	732	85	23,3	119	0,09	35
28	67	0,07	38,69	17,86	3,59	53,6	41,8	637	86	26,2	94	0,092	21
29	62,2	0,07	37,05	16,7	3,51	51,2	41	618	82	25,1	92	0,088	31
40	77,6	0,08	31,65	19,51	3,64	41,4	72,5	657	177	24,3	134	0,14	87
41A	118,6	0,22	86,24	46,41	4,74	57,3	76,9	714	286	27,3	120	0,129	96
41B	114,9	0,2	78,5	48,65	4,2	40,4	56,7	593	280	20,5	106	0,134	85
42	96,9	0,18	38,41	30,14	3,59	18,5	24,3	744	108	16,7	78	0,077	22
43A	109,1	0,27	72,48	52,33	4,19	31,1	37,6	809	232	19,4	92	0,108	70
43B	109,7	0,25	67,05	43,86	3,84	27,9	32,4	844	199	18,9	83	0,1	47
44	100,2	0,21	34,79	26,7	3,71	16,7	24,2	769	54	16,4	89	0,077	15
45	88,3	0,11	31,63	23,26	3,61	17,9	26,7	827	48	15,8	91	0,097	8
46A	119,2	0,31	60,3	42,68	3,69	27,4	36,9	758	194	17,8	83	0,084	55
46B	11,9	0,22	62,53	44,13	3,75	32,1	43,8	644	198	18,9	91	0,092	51
47A	101,9	0,17	50,22	38,22	3,59	24	33,6	677	152	18	82	0,089	42
48	70,5	0,05	19,51	16,72	3,43	17,8	23,3	682	45	14,2	94	0,066	<5

Tablo 3'ün devamı

	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Fe (%)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppb)	Co (ppm)	V (ppm)	P (%)	Hg (ppb)
Alt Analiz limiti	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,5	1	2	0,1	2	0,001	5
Örn.													
49A	96,5	0,16	48,41	33,63	3,6	25	35,2	697	132	16,9	83	0,092	42
49B	95,9	0,13	46,41	29,87	3,48	23,9	30,7	678	104	16,7	81	0,082	28
50	83	0,08	22,82	15,39	3,69	24,9	33,1	704	26	17,6	101	0,074	12
51	75,2	0,05	20,13	13,87	3,39	18,4	21,6	936	27	16,2	81	0,091	8
52A	150	0,27	70,92	37,35	4,08	25,4	32,4	719	118	19,8	86	0,13	53
52B	122	0,18	60,64	39,95	3,67	25,7	34,4	640	166	17	83	0,114	49
53	79	0,06	19,83	13,68	3,44	19,9	24,6	745	17	16,8	87	0,094	5
54	67,7	0,04	16,88	12,34	3,06	20,3	24,2	622	16	14,5	79	0,078	<5
55A	92,2	0,1	46,41	33,55	3,42	28,8	29,4	575	82	17,4	77	0,077	48
55B	98,8	0,18	51,5	36,19	3,31	22,8	30	615	108	16,4	76	0,077	45
56A	97,6	0,01	39,86	27	2,75	24,5	24,6	503	61	13,6	68	0,058	25
56B	68,2	0,1	35,49	28,39	2,67	23	23,4	638	70	14,8	65	0,069	31
57	56,5	0,04	13,68	13,89	2,72	16,2	22,1	508	17	11,4	72	0,057	<5
58	58,4	0,03	19,44	16,71	2,32	10,6	12,8	490	22	10,9	50	0,038	<5
59A	90,7	0,24	54,91	31,51	3,51	18,5	21,6	849	87	16,5	82	0,053	25
59B	97,3	0,22	58,95	29,84	3,66	17,9	21,6	926	88	17,4	88	0,044	64
60A	108	0,31	66,13	37,02	3,66	22,1	24,6	803	102	18,1	83	0,061	20
60B	86,4	0,17	55,26	28,43	3,4	18,1	21,8	621	73	15,7	80	0,045	26
61A	81,4	0,12	40,05	20,34	3,22	29,2	27,2	429	66	16,4	72	0,048	20
61B	91,7	0,19	61,95	28,61	3,39	19	24,1	509	94	14,7	78	0,05	29
61C	88,8	0,19	54,82	29,57	3,59	20,8	24,6	517	83	16,6	79	0,051	36
62A	71,6	0,13	38,33	17,31	3,32	12,5	15,2	723	46	13,2	65	0,034	29
62B	79,2	0,13	41,77	19,23	3,42	14,8	16,4	824	52	14	67	0,036	38
62C	71,7	0,12	31,4	16,09	3,21	12,6	14,9	700	35	13,1	65	0,031	18
63	75,3	0,05	26,79	15,97	3,08	13,3	13,3	672	30	14,7	67	0,033	10
64	1497,6	5,33	1468,41	83,78	7,5	11,4	19,8	568	1783	17,4	69	0,028	89
65A	98,7	0,16	56,85	31,35	3,42	24,6	24,1	559	79	15,8	82	0,049	45
65B	286,3	0,73	315,99	55,56	4,3	24,2	34,5	620	471	16,7	83	0,067	55
66	124,4	0,28	117,13	32,53	3,88	25,7	31,6	763	144	17,2	83	0,047	61
67	98,3	0,14	53,18	15,54	3,36	17	21,3	830	48	13,7	76	0,027	12
68A	164,7	0,45	113,07	24,18	4,21	11,8	15,8	725	162	13,1	62	0,045	54
68B	236,9	0,65	204,34	26,05	4,02	10,6	17,3	613	263	12,4	60	0,032	34

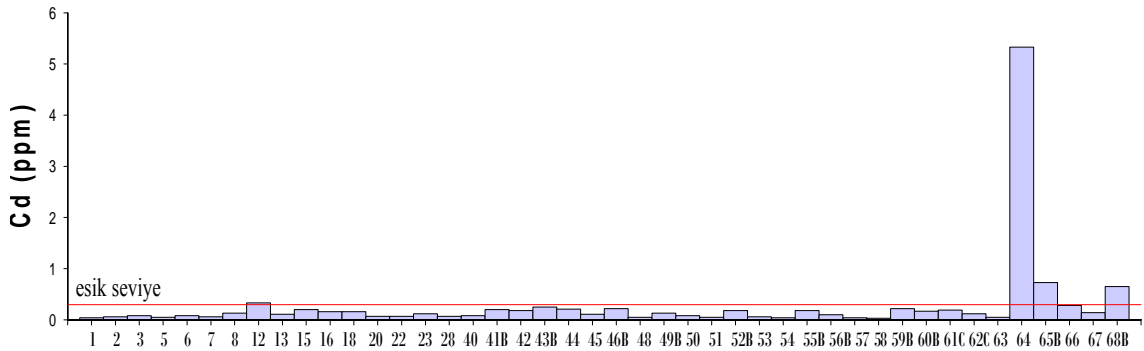
3. BULGULAR

Element konsantrasyonları analizler ile belirlenen sediman örneklerindeki kirliliğin tespiti için, her bir elementin eşik seviyesi hesaplanmıştır.

Eşik değer = (element konsantrasyonu aritmetik ortalama değeri)+(standart sapma)

3.1. Cd (Kadmiyum)

İnceleme alanından alınan örneklerde Cd (Kadmiyum) ortalama 0,15 ppm değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 5,33 ppm ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 0,03 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Cd için eşik seviyesi değeri 0,3 olarak hesaplanmıştır. Diğer tüm istasyonlarda Cd (Kadmiyum) miktarı eşik seviyesinin altında iken, 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda Cd (Kadmiyum) miktarı eşik seviyesinin üzerindedir (Şekil 12.).

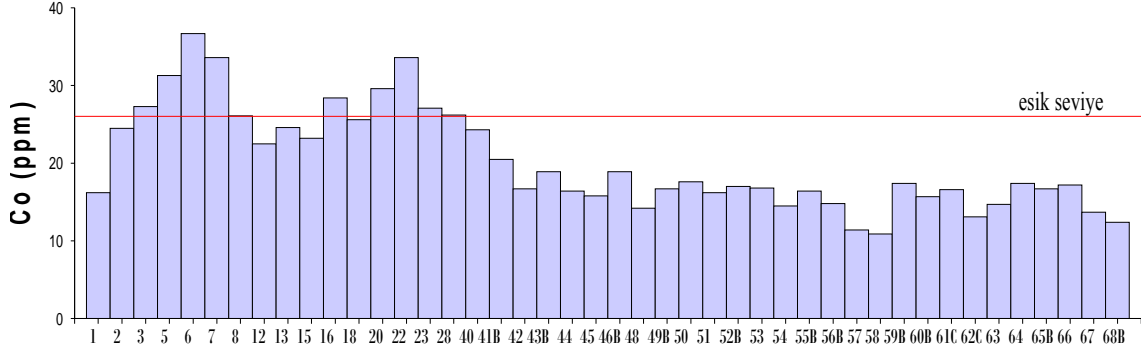


Şekil 12. Sediman örneklerinde Cd konsantrasyonları ve eşik seviye

3.2. Co (Kobalt)

İnceleme alanından alınan örneklerde Co (Kobalt) ortalama 20,04 ppm değere sahiptir. 6/FEF önü numaralı istasyonda 36,7 ppm ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 10,9 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Co için eşik seviyesi değeri 26,03 olarak hesaplanmıştır. 3/ FEF deşarj noktası, 5/ FEF önü, 6/ FEF önü, 7/ Söğütlü, 16/ FEF

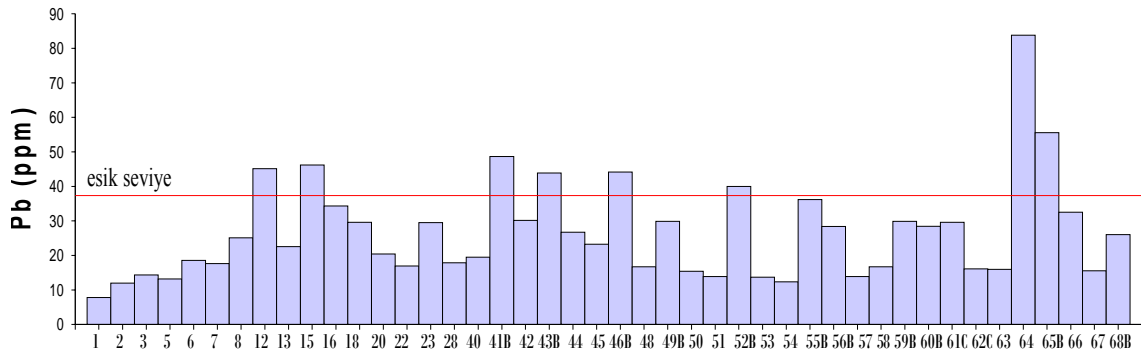
açığı, 20, 22 ve 23/ Beşirli numaralı istasyonlarda Co (Kobalt) miktarı eşik seviyesinin üstünde, diğer istasyonlarda ise eşik seviyesinin altındadır (Şekil 13).



Şekil 13. Sediman örneklerinde Co konsantrasyonları ve eşik seviye

3.3. Pb (Kurşun)

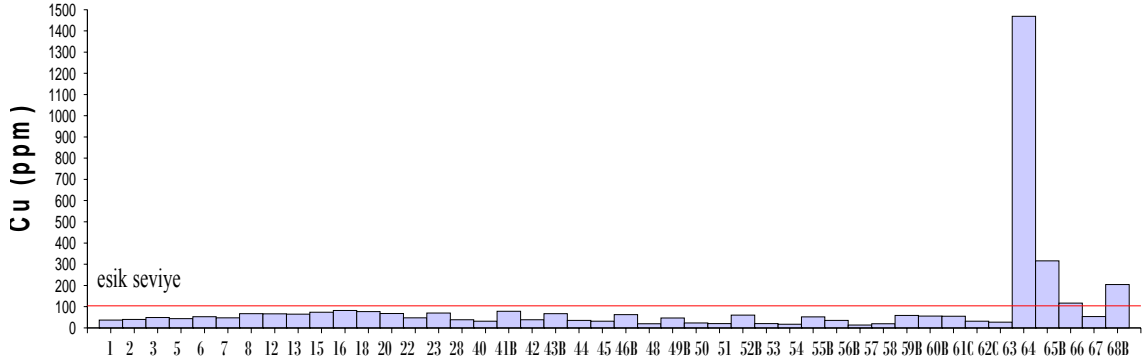
İnceleme alanından alınan örneklerde Pb (Kurşun) ortalama 25,86 ppm değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 83,78 ppm ile en yüksek, 1/FEF önu numaralı istasyonda 7,8 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Pb için eşik seviyesi değeri 37,34 olarak hesaplanmıştır. Diğer tüm istasyonlarda Pb (Kurşun) miktarı eşik seviyesinin altında iken, 12/ Söğütlü, 15/ Akçaabat açıkları, 41, 43/ Değirmendere ağzı, 46, 64/Yeniay ve 65/Çamburnu numaralı istasyonlarda Pb (Kurşun) miktarı eşik seviyesinin üzerindedir (Şekil 14).



Şekil 14. Sediman örneklerinde Pb konsantrasyonları ve eşik seviye

3.4. Cu (Bakır)

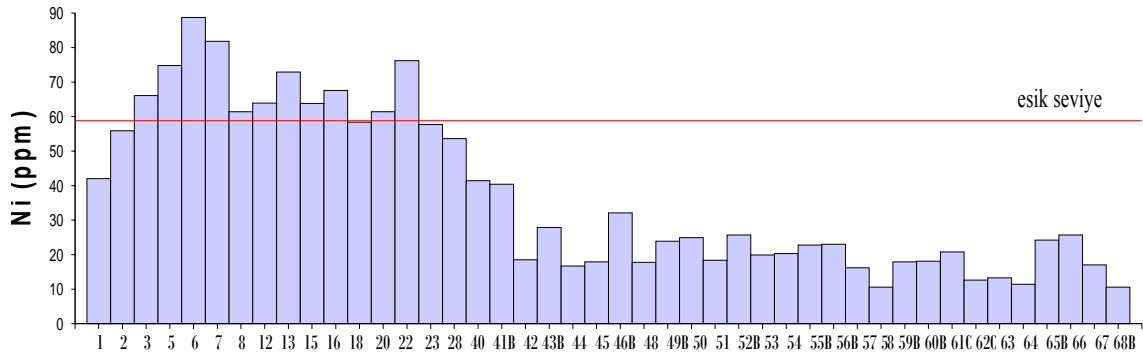
İnceleme alanından alınan örneklerde Cu (Bakır) ortalama 59,46 ppm değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 1468,41 ppm ile en yüksek, 57/Falkoz numaralı istasyonda 13,68 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Cu için eşik seviyesi değeri 110,96 olarak hesaplanmıştır. Cu (Bakır) miktarı diğer tüm istasyonlarda eşik seviyesinin altında, 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda üstündedir (Şekil 15).



Şekil 15. Sediman örneklerinde Cu konsantrasyonları ve eşik seviye

3.5. Ni (Nikel)

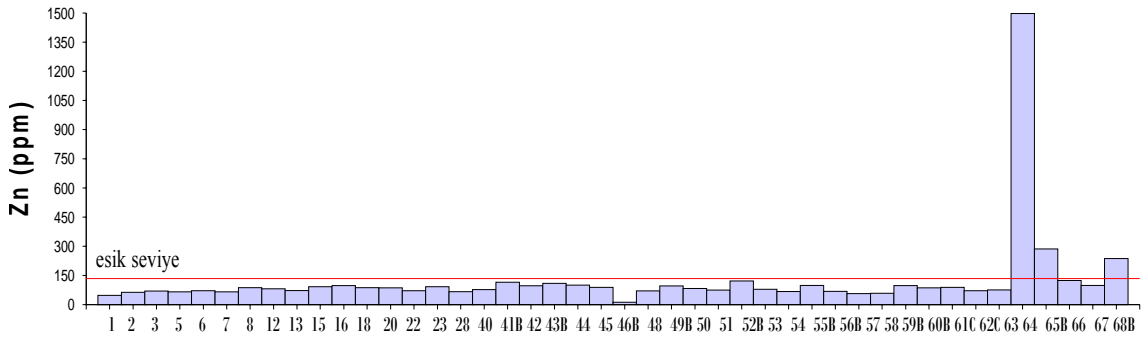
İnceleme alanından alınan örneklerde Ni ortalama 36,59 ppm değere sahiptir. 6/FEF önu numaralı istasyonda 88,7 ppm ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 10,6 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Ni için eşik seviyesi değeri 59,80 olarak hesaplanmıştır. 3-5-6-7/FEF önu, 12-13-15-16/Akçaabat açıkları, 20 ve 22 numaralı istasyonlarda Ni miktarı eşik seviyesinin üstünde, diğer istasyonlarda ise altındadır (Şekil 16).



Şekil 16. Sediman örneklerinde Ni konsantrasyonları ve eşik seviye

3.6. Zn (Çinko)

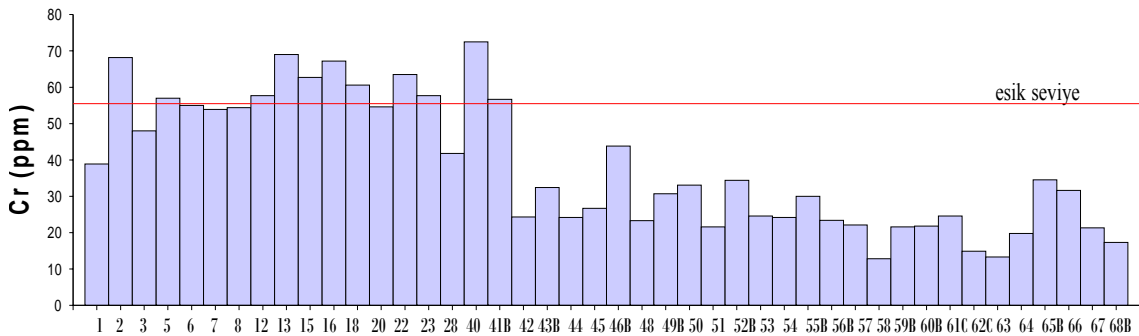
İnceleme alanından alınan örneklerde Zn (Çinko) ortalama 91,57 ppm değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 1497,6 ppm ile en yüksek, 46B numaralı istasyonda 11,9 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Zn için eşik seviyesi değeri 134,06 olarak hesaplanmıştır. Zn (Çinko) miktarı diğer tüm istasyonlarda eşik seviyesinin altında gözlenirken, 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonda ise eşik seviyesinin çok üstündedir (Şekil 17).



Şekil 17. Sediman örneklerinde Zn konsantrasyonları ve eşik seviye

3.7. Cr (Krom)

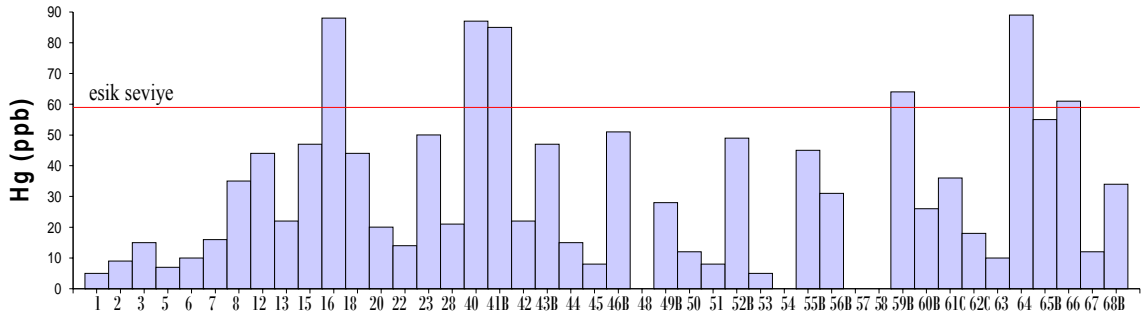
İnceleme alanından alınan örneklerde Cr (Krom) ortalama 38,25 ppm değere sahiptir. 40/Gazipaşa-Ganita arası numaralı istasyonda 72,5 ppm ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 12,8 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Cr için eşik seviyesi değeri 55,48 olarak hesaplanmıştır. Cr miktarı 2/FEF önü-41/Değirmendere ağzı arasındaki hemen hemen tüm istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir (Şekil 18).



Şekil 18. Sediman örneklerinde Cr konsantrasyonları ve eşik seviye

3.8. Hg (Civa)

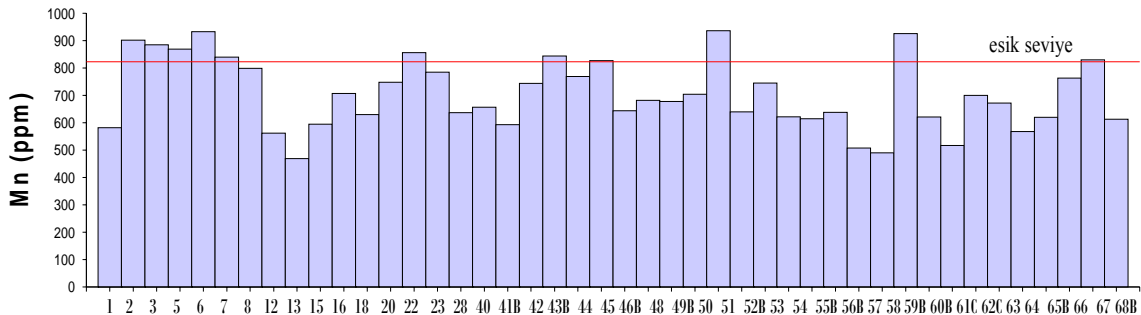
İnceleme alanından alınan örneklerde Hg ortalama 34,36 ppb değere sahiptir. 41A numaralı istasyonda 96 ppb ile en yüksek, 1/FEF önü numaralı istasyonda 5 ppb ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Eşik seviyesi değeri 58,95 olarak hesaplanmıştır. Hg (Civa) miktarı 16/FEF açığı, 40-41/Gazipaşa-Ganita arası, 59/Karadere ağzı, 64/Yeniay ve 66/Of Deresi açığı numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir (Şekil 19).



Şekil 19. Sediman örneklerinde Hg konsantrasyonları ve eşik seviye

3.9. Mn (Mangan)

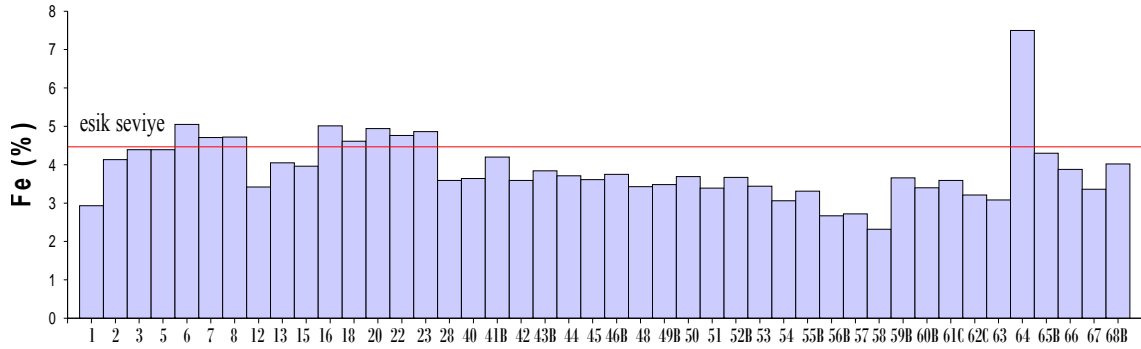
İnceleme alanından alınan örneklerde Mn ortalama 703,81 ppm değere sahiptir. 51/Yomra Deresinin ağzı numaralı istasyonda 936 ppm ile en yüksek, 13/Akçaabat açıkları numaralı istasyonda 469 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Eşik seviyesi değeri 822,94 olarak hesaplanmıştır. Mn değeri 2-3-5-6-7/FEF önü, 22/Akyazı, 43/Değirmendere ağzı, 51/Yomra Deresi ağzı, 59/Karadere ağzı numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstünde, diğer istasyonlarda ise altındadır (Şekil 20).



Şekil 20. Sediman örneklerinde Mn konsantrasyonları ve eşik seviye

3.10. Fe (Demir)

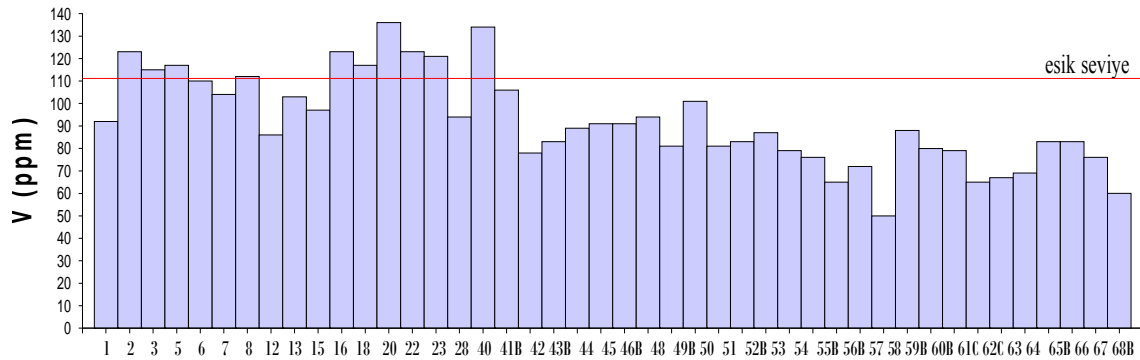
İnceleme alanından alınan örneklerde Fe (Demir) ortalama 3,84% değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 7,5% ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 2,32% ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Fe için eşik seviyesi değeri 4,47 olarak hesaplanmıştır. Fe miktarı 6-7-8/FEF önü, 16/FEF açığı, 20/Yıldızlı ve 23/Beşirli açıkları ile 64/Yeniay numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir (Şekil21).



Şekil 21. Sediman örneklerinde Fe konsantrasyonları ve eşik seviye

3.11. V (Vanadyum)

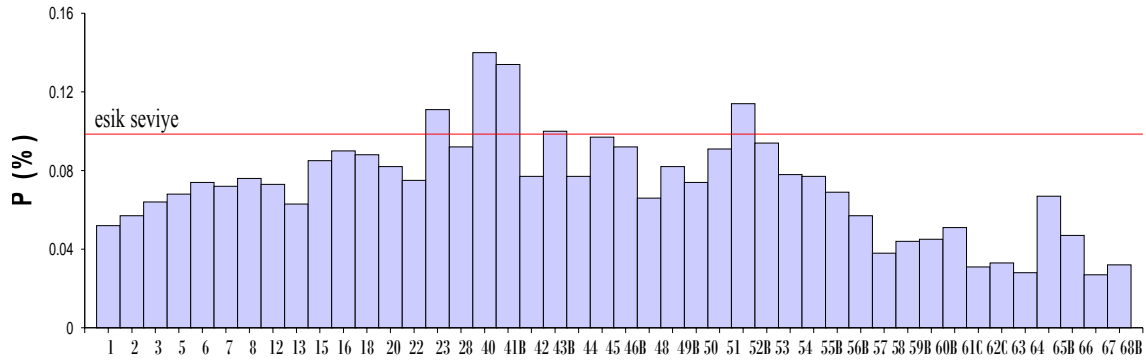
İnceleme alanından alınan örneklerde V (Vanadyum) ortalama 92,36 ppm değere sahiptir. 20 numaralı istasyonda 136 ppm ile en yüksek, 58/Araklı numaralı istasyonda 50 ppm ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. V için eşik seviyesi değeri 112,90 olarak hesaplanmıştır. V miktarı 2/FEF önü-40/Gazipaşa-Ganita arası numaralı istasyonlar arasındaki bölgede hemen hemen tüm istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir (Şekil22).



Şekil 22. Sediman örneklerinde V konsantrasyonları ve eşik seviye

3.12. P (Fosfor)

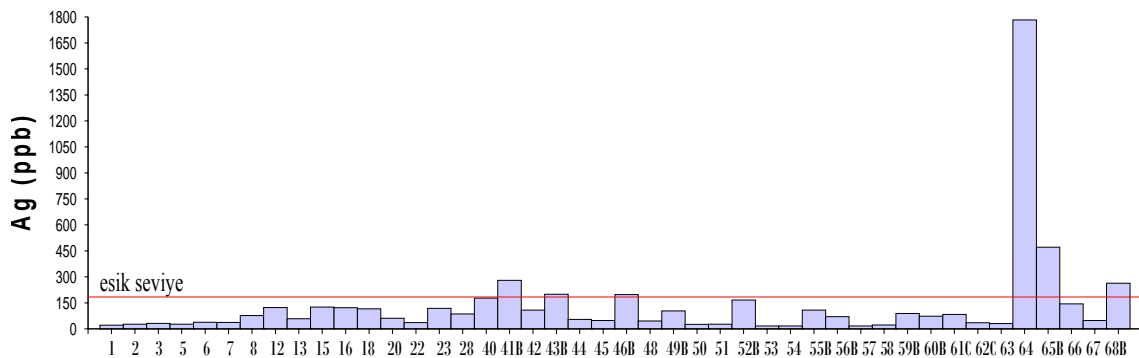
İnceleme alanından alınan örneklerde P (Fosfor) ortalama 0,07 % değere sahiptir. 40/Gazipaşa-Ganita arası numaralı istasyonda 0,14% ile en yüksek, 67/Of kıyısı numaralı istasyonda 0,027% ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. P için eşik seviyesi değeri 0,10 olarak hesaplanmıştır. P miktarı 23/Beşirli Açıkları, 40-41/Gazipaşa-Ganita arası ve 52/Yomra Deresinin açığı numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir (Şekil 23).



Şekil 23. Sediman örneklerinde P konsantrasyonları ve eşik seviye

3.13. Ag (Gümüş)

İnceleme alanından alınan örneklerde Ag (Gümüş) ortalama 131,89 ppb değere sahiptir. 64/Yeniay numaralı istasyonda 1783 ppb ile en yüksek, 54/Yomra kıyısı numaralı istasyonda 16 ppb ile en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Ag için eşik seviyesi değeri 401,05 olarak hesaplanmıştır. Ag miktarı 41-43-46/Değirmendere, 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir(Şekil 24).



Şekil 24. Sediman örneklerinde Ag konsantrasyonları ve eşik seviye

4. SONUÇLAR

Yoroz Burnu- Of (Trabzon) arası deniz sedimanları jeokimyası ve ağır metal kirliliğinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

1- Analizlerden elde edilen sonuçlara göre incelenen sedimanlarda, analizi yapılan elementlerin ortalama değerleri; Fe (Demir) 3,84%, Cu (Bakır) 59,46 ppm, Co (Kobalt) 20,04 ppm , Pb (Kurşun) 25,86 ppm , Zn (Çinko) 91,57 ppm tespit edilmiştir. Bu değerler dünya ortalamalarının üzerindedir. Rose vd., 1981'e göre bu elementlerden Fe (Demir) toprakta ortalama %2,1, Cu (Bakır) 15 ppm, Co (Kobalt) 10 ppm, Pb (Kurşun) 17 ppm, Zn (Çinko) 36 ppm, Mn ise 320 ppm'dir. Çalışma alanındaki analizlerde ortalama değerlerin yüksek olmasının sebebi; analizi yapılan örneklerin ana kayalarının büyük oranda bazaltik ve andezitik kayalar olmasıdır. Sadıklar vd., 1994'e göre yöredeki bazalt ve andezitlerin ortalama % Fe içerikleri 11,30 ve 3,80; %Mn içerikleri ise 0,11 ve 0,10'dur. Sadıklar ve arkadaşlarının Akçaabat-Yomra (Trabzon) kıyı yöresi topraklarında yapmış oldukları çalışmada ise Fe (Demir) ortalama %8,67, Cu (Bakır) 108 ppm, Co (Kobalt) 151 ppm, Pb (Kurşun) 249 ppm, Zn (Çinko) 168 ppm bulunmuştur.

2- Elementler için ayrı ayrı çizilen grafiklerde eşik seviyelerinin üzerinde kalan bölgelerde kirlilikten söz edilebilir. Cd (Kadmiyum) miktarı 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda; Co (Kobalt) miktarı 3/ FEF deşarj noktası, 5/ FEF önü, 6/ FEF önü, 7/ Söğütlü, 16/ FEF açığı, 20, 22 ve 23/ Beşirli numaralı istasyonlarda; Pb (Kurşun) miktarı 12/ Söğütlü, 15/ Akçaabat açıkları, 41, 43/ Değirmendere ağzı, 46, 64/Yeniay ve 65/Çamburnu numaralı istasyonlarda; Cu (Bakır) miktarı 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda; Ni miktarı 3-5-6-7/FEF önü, 12-13-15-16/Akçaabat açıkları, 20 ve 22 numaralı istasyonlarda; Zn (Çinko) miktarı 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonda; Cr miktarı 2/FEF önü-41/Değirmendere ağzı arasındaki hemen hemen tüm istasyonlarda; Hg (Civa) miktarı 16/FEF açığı, 40-41/Gazipaşa-Ganita arası, 59/Karadere ağzı, 64/ Yeniay ve 66/Of Deresi açığı numaralı istasyonlarda; Mn değeri 2-3-5-6-7/FEF önü, 22/Akyazı, 43/Değirmendere ağzı, 51/Yomra Deresi ağzı, 59/Karadere ağzı numaralı istasyonlarda; Fe miktarı 6-7-8/FEF önü, 16/FEF açığı, 20/Yıldızlı ve 23/Beşirli açıkları ile 64/Yeniay numaralı istasyonlarda; V miktarı 2/FEF önü-40/Gazipaşa-Ganita arası numaralı istasyonlar arasındaki bölgede hemen

hemen tüm istasyonlarda; P (Fosfor) miktarı 23/Beşirli Açıkları, 40-41/Gazipaşa-Ganita arası ve 52/Yomra Dersinin açığı numaralı istasyonlarda; Ag miktarı 41-43-46/Değirmendere, 64/Yeniay, 65/Çamburnu ve 68/Of numaralı istasyonlarda eşik seviyesinin üstündedir ve bu bölgelerde kirliliğin olduğu söylenebilir.

Kirliliğin görüldüğü yerler genellikle yerleşim ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve evsel atıkların denize deşarj olduğu (Akçaabat, Söğütlü Fatih Eğitim Fakültesi önü, Beşirli açıkları, Gazipaşa-Ganita arası) bölgeler ile sanayi atıklarının ve maden işletmeleri atıklarının denize deşarj olduğu (Değirmendere, Yomra, Sürmene-Yeniay, Çamburnu, Karadere, Of Deresi) yerlerdir.

5. KAYNAKLAR

- Adamia, S. A. vd., 1974. Adjaro-Trialetsky progib i problema formirovaniya glubokovodnoi vpadiny chernogo morya. Geotektonika 1,78-94.
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü ve Köse Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, 59 s., İstanbul.
- Akdeniz, N., 1988. Demirözü Permo-karboniferi ve bölgesel yapı içindeki yeri. TJK Bülteni, 31,1, 71-80.
- Akyüz, T., Başarı, A., Saltoğlu, T. ve Kurtcebe, T., 1995. Determination of the Concentration of Some Elements in the Black Sea Sediment Samples Using Energy Dispersive X- Ray Flourance Analyzer, Toxicological and Environmental Chemistry, 48, 125-133.
- Algan, A. O., Çağatay, M. N., Sarıkaya, H. Z., Balkıs, N., ve Sarı, E., 1999. Pollution Monitoring Using Marine Sediments:A Case Study on the İstanbul Metropolitan Area, Tr. J. Of Engineering and Environmental Science, 23, 39-48.
- Alkaya, F., 1982. Kuzey Anadolu Alt Jura (Liyas) Phylloceratidlerinin taksonomik revizyonu (I.Bölüm). TJK Bülteni, 25, 31-40.
- Alkaya, F., 1983. Kuzey Anadolu Alt Jura (Liyas) Phylloceratidlerinin taksonomik revizyonu (II.Bölüm). TJK Bülteni, 26,1, 65-72.
- Bakan, G. ve Şenel, B., 1998. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesi Araştırması.
- Balkaş, T., 1990. Study of the Marine Environment in the Black Sea Region, UNEP Regional Seas, Report and Studies, No: 124, FAO, Rome.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. DoğuPontid yay gerisi havzasında manto yükselimi ve polijenetik ofiyolit olgusu. TJK 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özleri.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taslı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous rifting of the eastern Pontide carbonate Platform, NE Turkey, The formation of carbonate breccias and turbidites as evidence of a drowned platform. Giornale Di Geologia, 57,1-2, 233-244.
- Bektaş, O. ve Çapkinoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid mağmatik arkında (KD Türkiye) neptüniyen dayklar ve blok tektoniği: Mesozoyik havzalarının kinematığı ile ilgili bulgular. Çukurova Univ. 20 yıl sempozyomu, Bildiri Özetleri, 187-189, Adana.

- Bektaş, O., Şen.C. ve Atıcı, Y., Köprübaşı, 1999. Migration of the Upper Cretaceous subduction-related volcanism towards the back-arc basin of the eastern Pontide magmatic arc (NE Turkey). *Geol. Journal*, 34, 95-106.
- Bergougnan, H., 1987. Etudes géologiques dans l'Est Anatolien. Univ. P.et M. Curie, *Memoires des sciences de la terre*, These Doctorat Etat, 600p., Paris.
- Bigersson, B., Sterner, O. ve Zimerson, E., 1998. Chemie und Gesundheit "Eine verst 2ndliche Einführung in die Toxikologie", VCHVerlagsgesellschaft, ISBN 3-527-26455-8
- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 255, Trabzon.
- Burşuk, A., 1975. Bayburt yöresinin mikropaleontolojik ve stratigrafik irdelemesi, İÜ Fen Fak, Doktora Tezi, 196 s.
- Burşuk, A., 1982. Kop Dağlarında Üst Jura-Alt Kretase 'de bulunan 8 yeni Calpionellidae türü (Doğu Anadolu, Türkiye).KTÜ, *Yerbilimleri Dergisi*, 2,1-2, 81-86
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar, İTÜ Yayını, No. 1034, İstanbul.
- Duffus, J. H., Howard G.J. Worth, "Fundamental toxicology for chemists", Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry Information Services, c1996
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale arasının Jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi. KTÜ, Fen Bil., Ens., MMLS Tezi, 197 s.
- Erinç, S., 1984. Karadeniz Çanağının Jeomorfolojik ve Yapısal Özelliklerinin Morfometrisi. İst. Üniv. Deniz Bilim Coğr. Enst. Bülteni; 1: 15-22.
- Erüz, C., 1992. Upwelling Sirkilasyonunun Tamamlanması ve Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Varlığının Tespiti Üzerine Bir Araştırma, KTÜ Fen Bil. Ens., Yüksek Lisan Tezi, Trabzon.
- Gattinger, T.E., 1962. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, MTA Yayını, Ankara.
- Görür, N., Şengör. A.M.C., Akkök, R. ve Yılmaz, Y., 1983, Pontidlerde Neo-tetisin açılmasına ilişkin sedimantolojik veriler. *TJK Bülteni*, 26,1, 11-20
- Görür, N., 1988. Timing of opening of the Black Sea basin. *Tectonophysics*, 147:,47-262.
- Gülibrahimoğlu, İ., Nalbantoğlu, A.K., Saraloğlu, A., Doksanbir, T., Yağcı, A. ve Kırıcı, M., 1984. Trabzon-Maçka güneyi yöresinin jeolojik raporu. MTA, JD-383, Ankara (yayınlanmamış).

- Gürsoy, H., Öztürk, A. ve İnan, S., 1993. Kelkit (Gümüşhane) ve Yakın Dolayının Tektonostratigrafik Gelişimi, A. Suat Erk Simpozyumu Bildiriler, 53-64.
- Güven, K. C., Yurdođlu, S., Güngör, N., Topcuoğlu, S., Cevher, E., ve Öztürk, B., 1997. Radioactivity Levels in Marine Algae, from the Black Sea and Marmara Sea, Rapp.Comm. Int . Mer. Medit. 32, 319.
- Hsu, K. J. vd., 1977. Geologic evolution of Bulgaria in light of plate tectonics: Tectonophysics, 40,245-256.
- İzdar, E. ve Murray, J. W., 1989. Black Sea Oceanography, Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Black Sea Oceanography, Çeşme-İzmir, Türkiye.
- Kandemir, R., 2004. Gümüşhane ve Yakın Yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonunun'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, KTÜ Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Trabzon.
- Kesgin, Y., 1983. Bayburt (Gümüşhane) ilçesi, Akşar köyü ve güneybatısının jeolojik incelemesi. KTÜ Fen Bil. Ens. MMLS Tezi, 94 s., Trabzon, (yayınlanmamış)
- Ketin, İ., 1951. Bayburt Yöresinin Jeolojisi. İÜ Fen Fak Mec. 16.
- Ketin, İ., 1966. Tectonic Units of Anatolia. Bull. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, 66, 22-34.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) yöresinin stratigrafisi. TJK Bülteni, 5, 107-115.
- Letouzey, J. vd., 1977. The Black Sea: a marginal basin; geophysical and geological data, Biju-Duval, B. Ve Montadert, L. (Ed), International Symposium on the Structural History of the Mediterranean Basins: Editions Technip, Paris, 363-376.
- Manetti, P. vd., 1988. The Black Sea: remnant of a marginal basin behind the Srednogorie-Pontides island arc system during Upper Cretaceous-Eocene time. Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata, Monograph on the Black Sea, 30,117-118,39-51.
- Milanovskiy, Ye., 1967. Problem of origin of Black Sea depression and its position in structure of the Alpine belt: Int. Geol. Rev., 8,1, 36-43.
- Nalivkin, D. V., 1960. The geology of the USSR. Pergamon, New York, N.Y., 170 s.
- Oğuz, T., P. E. La Violette ve Ü.Ünlüata, 1992. The Upper layer circulation of the Black Sea: Its variability as inferred from hydrographic and satellite observations. J. Geophys. Res., 97, 12569-12584.
- Oğuz, T., V. S. Latun, M. A. Latif, V V. Viladimirov, H. İ. Sur, A. A. Markov, E. Özsoy, B. B. Kotovshchikov, V. V. Eremeev, ve Ü.Ünlüata, 1993. Circulation in the surface and intermediate layers of the Black Sea. Deep Sea Res. I, 40, 1597-1612.

- Oğuz, T., D. G. Aubrey, V. S. Latun, E. Demirov, L. Koveshnikov, V. Diaconu, H. İ. Sur, S. Beşiktepe, M. Duman, R. Limeburner, ve V.Eremeev, 1994. Mesoscale circulation and thermohaline structure of the Black Sea observed during hydroBlack91. *Deep-Sea Res.*, 41, 603-628.
- Oğuz, T., L.I. Ivanov, ve Ş. Beşiktepe, 1998. Circulation and hydrographic characteristics of the Black Sea during July 1992. NATO ASI Series, the Proceedings of the Symposium on the Scientific Results of the NATO TU-Black Sea Project, Crimea-Ukraine, June 15-19, 1997.
- Okan, T., 1998. Karadeniz Pontus Euxinus. Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanların Jeolojisi (Editör N. Görür), 23-129 s., İstanbul.
- Okay, A. I., Şengör, A. M. C., Görür, N., 1994. Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology*, 22,267-270.
- Okay, A.I. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides, in A.G.Robinson, ed., *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68*, 291-311
- Özer, E., 1983. Bayburt yöresinin jeolojisi ve mikrofasiyes incelemesi. KTÜ, Fen Bil. Ens., MMLS tezi, 107 s.
- Özsayar, T., Gedikoğlu, A. ve Pelin, S., 1981. Artvin yöresi yastık lavlarının yaşına ilişkin paleontolojik veriler. *KÜ, Yerbilimleri Dergisi*, 1/1, 38-42.
- Özsoy, E., Ü.Ünlüata, ve Z. Top, 1993. The evolution of Mediterranean water in Black Sea: Interior mixing and material transport by double diffusive intrusions. *Prog. Oceanogr.* 31, 275-320.
- Özsoy, E. ve Ü.Ünlüata, 1997. Oceanography of the Black Sea: A Review of some recent results. *Earth Sci. Rev.*, 42,4, 231-272.
- Özşeker, K., 2006. Güneydoğu Karadeniz (Trabzon) kıta sahanlığı oksik tabaka hidrografik özellikleri, sedimentlerinin dane boyutu dağılımı ve ağır metal içeriklerinin araştırılması. KTÜ Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) güneydoğu yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları bakımından incelemesi. KTÜ Yayını No: 87, 103 s.
- Robinson, A.G, Banks, C.J., Rutherford, M.M ve Hirst, J.P.P., 1995. Stratigraphic and structural development of the Eastern Pontides, Turkey. *Journal of the Geol. Soc. of London*, 152, 861-872.
- Robinson, A. G. vd., 1996. Petroleum geology of the Black Sea: marine and Petroleum Geology, 13,195-223.

- Rose, A. W., Hawkes, H. E. ve Webb, J., S., 1981. *Geochemistry in Mineral Exploration*, Elsevier, 2. Ed., 420 s., New York.
- Ross, D. A., Uchupi, E., Prada, K. E. ve MacIlvanie, J. C., 1974. Bathymetry and micro topography of the Black Sea. Degens, E. T., Ross, D. A.(Ed), *The Black Sea-geology, chemistry and biology: AAPG Memoir 20*,11-34.
- Ross, D. A., 1977. *The Black Sea and the Sea of Azov, Ocean Basins and Margins, Vol 4A, The Eastern Mediterranean*, (ed: A.E.M. Nairn ve ark), Plenum Pres, New York.
- Ross, D. A., 1978. Summary of results of Black Sea drilling. Ross, D. A. Ve Neprochnov, Y.P. (ed), *Initial Reports on the Deep Sea Drilling Project, 42/2*, Washington (U.S. Government Printing Office),1149-1177.
- Sadıklar, M. B., Goerg, U., Van, A., 1994. Mineralogical and Geochemical Characteristics of Terrestrial-Hydrogenetic Fe-Mn Nodules in the Trabzon Area, NE-Turkey. *Chemie der Erde* (in pres).
- Sadıklar, M. B., Van, A. ve Karamehmet, S. S., 1994. Akçaabat-Yomra (Trabzon) Kıyı Yöresi Topraklarının Bazı Ağır Metal İçerikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37,53-59.
- Seymen, İ., 1975. Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun tektonik özelliği, İTÜ Maden Fak. Doktora Tezi,198 s. İstanbul.
- Sur, H. I., E. Özsoy, ve Ü.Ünlüata, 1994. Boundary current instabilities, upwelling, shelf mixing and eutrophication processes in the Black Sea. *Prog. Oceanogr.*, 33, 249-302.
- Sur, H. I., E. Özsoy, Y.P. Ilyin ve Ünlüata Ü., 1996. Coastal/deep interactions in the Black Sea and their ecological/environmental impacts. *J. Mar. Systems*, 7, 293-320.
- Taslı, K., 1990. Gümüşhane-Bayburt yörelerinde Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonat istiflerinin stratigrafisi ve mikropaleontolojik incelemesi. KTÜ, Fen. Bil. Ens. Doktora tezi, 223 s., Trabzon (yayınlanmamış)
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and volcanic history of Gümüşhane region. Ph thesis , Univ. of College, London.
- Topcuoğlu, S., Güven, K.C., Okuş, E., Esen, N., Güngör, N., Eğilli, E., Kut, D., Doğan, E., ve Ünlü, S., Metal Contents of Algae and Sediments of Turkish Coasts in the Black Sea (1979-1989 and 1991-1993), In: *The Proceedings of the First International Symposium on Fisheries and Ecology: M. S. Çelikkale, E., Düzgüneş, İ. Okumuş, C. Mutlu* (Editors), 2-4 Sep, (1998-1), Trabzon/Turkey, 437-439.

- Topcuoğlu, S., Kırbaşoğlu, Ç., ve Güngör, N., 2002. Heavy Metals in Organism and Sediments From Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998, Environment International, 27, 521-526.
- Topcuoğlu, S., Ölmez, E., Kırbaşoğlu, Ç., Yılmaz, Y.Z., ve Saygın, N., 2004. Heavy Metal and Radioactivity in Biota and Sediment Samples Collected from Ünye in the Eastern Black Sea, Rapp.Comm.Int.Mer Medit, 37, 250.
- Topuz, G., 2000, Zur Petrologie der metamorphen Gesteine des Pulur-Massivs, Östliche Pontiden, NE-Türkei. Dissertation, Universitaet Heidelberg, (unpublished) 270 pp.
- Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A., Özsoy, E., 1990. On the physical oceanography of the Turkish straits. In: L. J. Pratt, ed., The physical Oceanography of Sea Straits. NATO ASI Series, Kluwer, 25-60.
- Yalçınalp, B., 1992. Güzelyayla (Maçka-Trabzon) porfiri Cu-Mo cevherleşmesinin jeolojik yerleşimi ve jeokimyası. KTÜ Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, 177 s. (yayınlanmamış).
- Yaşar, D., Aksu, A. E. ve Uslu, O., 1999. İzmit Körfezi'nde Oluşan Antropojenik Kirlilik: Yüzeysel Sedimanlarındaki Ağır Metal Yoğunlukları
- Yılmaz, C. ve Korkmaz, S., 1996. Sedimentary and paleotectonic evolutions of pelagic carbonate platform in the eastern Pontides. 2. Int. Symposium of petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea area, Abstracts, 66.
- Yılmaz, C., 1997. Sedimentological records Cretaceous platform-basin transition Gümüşhane region (NE Turkey). Geologie Mediterranee, 24,1-2, 125-135.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, Y, 1972. Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, NE Anatolia. Phd Thesis, Univ. of London (yayınlanmamış).
- Yılmaz, Y, 1973. Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, 485-490.
- Yücesoy, F., ve Ergin, M., 1992. Heavy Metal Geochemistry of Surface Sediments from the Southern Black Sea Shelf and Upper Slope, Chemical Geology, 99, 265-287.
- Yüksel, S., 1976. Şiran Batı Yöresi Mesozoyik Karbonat Kayaçları ve Eosen Flişinin Petrografik ve Sedimentolojik İncelemesi, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

URL-1, <http://www.hgk.mil.tr/hgk/uygulamalar/haritauygulama>

URL-2, http://www.grid.unep.ch/bsein/images/bs_bathy.gif

URL-3, <http://crimeantexts.org.uk/backgrnd/map2.html>

ÖZGEÇMİŞ

Tülay BAK, 07.08.1976 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da çeşitli okullarda tamamladıktan sonra 1993 yılında Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne kayıt oldu. 1998 Güz yarıyılında Lisans eğitimini tamamladı. 1998 yılı sonunda Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde idari personel olarak göreve başladı. 2004 yılı Güz Yarıyılında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen KTÜ Rektörlük Enformasyon Müdürlüğünde çalışmakta olup, evli ve bir çocuk annesidir.